Reproduction et taille à la maturité sexuelle de la mye commune (*Mya arenaria*) au Québec

Sylvie Brulotte et Michel Giguère

Direction régionale des sciences
Ministère des Pêches et des Océans
Institut Maurice-Lamontagne
850 route de la Mer, C. P. 1000
Mont-Joli, Québec, G5H 3Z4

2007

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques 2698

Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada

Canada

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques

Les rapports techniques contiennent des renseignements scientifiques et techniques qui constituent une contribution aux connaissances actuelles, mais qui ne sont pas normalement appropriés pour la publication dans un journal scientifique. Les rapports techniques sont destinés essentiellement à un public international et ils sont distribués à cet échelon. Il n'y a aucune restriction quant au sujet; de fait, la série reflète la vaste gamme des intérêts et des politiques du ministère des Pêches et des Océans, c'est-à-dire les sciences halieutiques et aquatiques.

Les rapports techniques peuvent être cités comme des publications intégrales. Le titre exact paraît au-dessus du résumé de chaque rapport. Les rapports techniques sont indexés dans la base de données *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts*.

Les numéros 1 à 456 de cette série ont été publiés à titre de rapports techniques de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Les numéros 457 à 714 sont parus à titre de rapports techniques de la Direction générale de la recherche et du développement, Service des pêches et de la mer, ministère de l'Environnement. Les numéros 715 à 924 ont été publiés à titre de rapports techniques du Service des pêches et de la mer, ministère des Pêches et de l'Environnement. Le nom actuel de la série a été établi lors de la parution du numéro 925.

Les rapports techniques sont produits à l'échelon régional, mais numérotés à l'échelon national. Les demandes de rapports seront satisfaites par l'établissement d'origine dont le nom figure sur la couverture et la page du titre. Les rapports épuisés seront fournis contre rétribution par des agents commerciaux.

Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences

Technical reports contain scientific and technical information that contribute to existing knowledge but that are not normally appropriate for primary literature. Technical reports are directed primarily toward a worldwide audience and have an international distribution. No restriction is placed on subject matter, and the series reflects the broad interests and policies of the Department of Fisheries and Oceans, namely, fisheries and aquatic sciences.

Technical reports may be cited as full publications. The correct citation appears above the abstract of each report. Each report is indexed in the data base *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts*.

Numbers 1-456 in this series were issued as Technical Reports of the Fisheries Research Board of Canada. Numbers 457-714 were issued as Department of the Environment, Fisheries and Marine Service, Research and Development Directorate Technical Reports. Numbers 715-924 were issued as Department of Fisheries and the Environment, Fisheries and Marine Service Technical Reports. The current series name was changed with report number 925.

Technical reports are produced regionally but are numbered nationally. Requests for individual reports will be filled by the issuing establishment listed on the front cover and title page. Out-of-stock reports will be supplied for a fee by commercial agents.

Rapport technique canadien
des sciences halieutiques et aquatiques 2698

2007

Reproduction et taille à la maturité sexuelle de la mye commune (*Mya arenaria*) au Québec

Sylvie Brulotte et Michel Giguère

Direction régionale des sciences
Ministère des Pêches et des Océans
Institut Maurice-Lamontagne
850 route de la Mer, C. P. 1000
Mont-Joli, Québec, G5H 3Z4

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2007
No de cat. Fs 97-6/2698F ISSN 0706-6570

On devra citer la publication comme suit :

Brulotte, S. et M. Giguère. 2007. Reproduction et taille à la maturité sexuelle de la mye commune (*Mya arenaria*) au Québec. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2698 : viii + 40 p.

2007-01567/

TABLE DES MATIÈRES

Liste des Tableaux iv
Liste des Figures v
Liste des Annexes vi
Résumé vii
Abstract viii
1 Introduction 1
2 Matériel et méthodes 2
2.1 Sites expérimentaux 2
2.2 Reproduction 5
2.3 Taille à la maturité sexuelle 7
2.4 Indices morphométriques 7
3 Résultats 8
3.1 Sites expérimentaux 8
3.2 Reproduction 13
3.3 Taille à la maturité sexuelle 20
3.4 Indices morphométriques 24
4 Discussion 25
4.1 Reproduction 25
4.2 Taille à la maturité sexuelle 28
4.3 Indices morphométriques 30
5 Conclusion 31
6 Remerciements 32
7 Références 32

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Site de prélèvements des myes communes (*Mya arenaria*) ainsi que le nom abrégé du site utilisé dans le texte, la région d'origine et le secteur coquillier correspondant. 3

Tableau 2. Période d'échantillonnage des températures aux différents sites expérimentaux. 4

Tableau 3. Granulométrie des sédiments prélevés aux différents sites expérimentaux en 2002, 2003, 2005 et 2006. 8

Tableau 4. Nombre de myes communes (*Mya arenaria*) analysées, sex-ratio (mâle : femelle) et proportion d'hermaphrodites aux différents sites expérimentaux en 2002 et 2003. 13

Tableau 5. Proportion des cellules phagocytaires dans les gonades de mye commune (*Mya arenaria*) par stade de maturation (I = Indifférencié, D = Développement, M = Mature, P = Ponte, V = Vide) et sexe aux différents sites expérimentaux en 2002 et 2003. 17

Tableau 6. Nombre de myes communes (*Mya arenaria*) analysées, nombre d'individus de sexe indéterminé et sex-ratio (mâle : femelle) par niveau altimétrique aux différents sites expérimentaux en 2005. 21

Tableau 7. Période d'observation des stades Mature et Ponte de la maturation des gonades chez la mye commune (*Mya arenaria*) à différents sites d'Amérique du Nord. 27

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Localisation des sites de prélèvements (cercle plein) des myes communes (*Mya arenaria*)..... 3

Figure 2. Date d'échantillonnage des myes communes (*Mya arenaria*) pour l'étude de la reproduction aux différents sites expérimentaux en 2002 et 2003..... 5

Figure 3. Site et station d'échantillonnage des myes communes (*Mya arenaria*)..... 9

Figure 4. Température moyenne journalière de l'eau aux différents sites expérimentaux en 2002, 2003, 2005 et 2006..... 10

Figure 5. Illustrations des différents stades de maturation des gonades de la mye commune (*Mya arenaria*)..... 14

Figure 6. Proportion des différentes structures des gonades de la mye commune (*Mya arenaria*) par stade de maturation (I = Indifférencié, D = Développement, M = Mature, P= Ponte, V = Vide) aux différents sites expérimentaux en 2002 et 2003..... 15

Figure 7. Proportion des stades de maturation des gonades et indice de maturité chez la mye commune (*Mya arenaria*) de sexe mâle aux différents sites expérimentaux en 2002 et 2003..... 18

Figure 8. Proportion des différents stades de maturation des gonades et indice de maturité chez la mye commune (*Mya arenaria*) de sexe femelle aux différents sites expérimentaux en 2002 et 2003..... 19

Figure 9. Diamètre moyen du noyau des ovocytes (± écart-type) de la mye commune (*Mya arenaria*) par stade de maturation aux différents sites expérimentaux en 2002 et 2003..... 20

Figure 10. Stade de maturation des gonades en fonction de la taille des myes communes (*Mya arenaria*) recueillies du 24 au 31 mai 2005 dans le bas de l'estran aux différents sites expérimentaux..... 22

Figure 11. Stade de maturation des gonades en fonction de la taille des myes communes (*Mya arenaria*) recueillies les 24 et 25 mai 2005, selon le niveau altimétrique à deux sites expérimentaux..... 23

Figure 12. Indice gonadosomatique (± écart-type) et indice de condition (± écart-type) chez la mye commune (*Mya arenaria*) au site Cran-Gagnon en 2006..... 24

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1. Nombre de myes communes (*Mya arenaria*) recueillies par stade de maturation des gonades et sexe (F = femelle, M = mâle) pour le suivi de la reproduction aux différents sites expérimentaux en 2002 et 2003. 36

Annexe 2. Liste des structures des gonades utilisées pour la description des stades de maturation de la mye commune (*Mya arenaria*). 37

Annexe 3. Températures (°C) moyenne (de juin à août) et maximale et période où les températures sont supérieures à 7, 10 et 15 °C aux différents sites expérimentaux en 2002, 2003, 2005 et 2006. 38

Annexe 4. Diamètre moyen (µm) du noyau des ovocytes (± écart-type) de la mye commune (*Mya arenaria*) par stade de maturation des gonades aux différents sites expérimentaux. 40

RÉSUMÉ

Brulotte, S. et M. Giguère. 2007. Reproduction et taille à la maturité sexuelle de la mye commune (*Mya arenaria*) au Québec. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2698 : viii + 40 p.

La cueillette récréative et la récolte commerciale de la mye commune (*Mya arenaria*) se pratiquent depuis de nombreuses années au Québec. Les connaissances de la biologie de la mye au Québec, et plus particulièrement de certains aspects de sa reproduction, sont insuffisantes actuellement pour formuler des avis de conservation pour cette ressource et soutenir le développement de l'industrie myicole. Les résultats des travaux réalisés entre 2002 et 2006 sur le littoral de la Côte-Nord, du Bas-Saint-Laurent, de la Gaspésie et des Îles-de-la-Madeleine visent à évaluer la variabilité interrégionale de la reproduction, de la taille à la maturité sexuelle et de quelques indices morphométriques (indice gonadosomatique et indice de condition). Vingt myes de 50 à 70 mm ont été prélevées dans la partie inférieure de l'estran par date d'échantillonnage et par site pour le suivi du cycle reproducteur. Cinq stades de maturation des gonades (Indifférencié, Développement, Mature, Ponte, Vide) ont été utilisés pour décrire ce cycle. Les gamètes sont matures au printemps. La ponte a lieu principalement en juin et juillet et s'étend sur cinq à sept semaines. Il semble y avoir un gradient du sud vers le nord du déclenchement de la ponte, celle-ci débutant plus tôt aux Îles-de-la-Madeleine qu'à Mingan. Une particularité observée chez les populations de mye étudiées est la présence plus ou moins importante chez les femelles d'ovocytes à différents stades de maturation tout au long du cycle reproducteur. Le rapport des sexes est équilibré à tous les sites, sauf à Mitis et à Pointe à Boisvert où la balance penche en faveur des femelles (0,8 mâle pour 1 femelle). Quelques cas d'hermaphrodisme (< 0,5 %) ont été observés à Mingan et à Pointe à Boisvert. Pour l'évaluation de la taille à la maturité sexuelle, 80 myes de 20 à 60 mm ont été recueillies par site à deux niveaux altimétriques. Les analyses montrent que la majorité des myes de 28 mm et moins sont au stade Indifférencié et de sexe indéterminé. Les plus petites myes sexuellement matures (29-30 mm) ont été observées aux Îles-de-la-Madeleine. Selon le site échantillonné, la taille à la maturité sexuelle des myes recueillies dans le bas de l'estran varie entre 29 et 46 mm. Les valeurs extrêmes se retrouvent aux Îles-de-la-Madeleine (29-30 mm) et à Pointe-aux-Outardes (45-46 mm). La taille à la maturité sexuelle est plus petite dans le haut de l'estran que dans le bas. Le lien entre le cycle reproducteur de la mye et l'indice gonadosomatique n'a pu être démontré chez des myes récoltées en 2006 à Cran-Gagnon.

ABSTRACT

Brulotte, S. et M. Giguère. 2007. Reproduction et taille à la maturité sexuelle de la mye commune (*Mya arenaria*) au Québec. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2698 : viii + 40 p.

The recreational and commercial harvesting of softshell clams (*Mya arenaria*) in Quebec has been occurring for many years. Knowledge pertaining to softshell clam biology in Quebec, especially concerning some its reproductive aspects, is currently insufficient to produce advice on the conservation of this resource or to support the development of the clam aquaculture industry. Results from work carried out between 2002 and 2006 on the North Shore, Lower St. Lawrence, Gaspé Peninsula and Îles-de-la-Madeleine aimed at assessing the interregional variability of reproduction, size at sexual maturity and certain morphometric indices (gonadosomatic index and condition index). Softshell clams were mostly harvested in the lower part of the intertidal zone. Twenty softshell clams measuring between 50 and 70 mm were collected per sampling date and site for tracking reproduction. Five gonad maturation stages (Indifferent, Developing, Ripe, Spawning, Spent) were used to describe the cycle. Gametes are mature in spring; spawning occurs mainly in June and July and lasts 5-7 weeks. There appears to be a south north spawning cue gradient, beginning later at Mingan than at the Îles-de-la-Madeleine. One of the features observed in the softshell clam populations that were studied were the varying levels of ovocytes in females at different maturaty stages throughout the reproductive cycle. The sex ratio is balanced at each site except for Mitis and Pointe à Boisvert, where there are more females (0.8 male for 1 female). A few cases of hermaphroditism were observed (< 0.5%) were observed at Mingan and at Pointe à Boisvert. To assess size at sexual maturity, 80 softshell clams measuring between 20 and 60 mm were collected per site at two altimetric levels. Most softshell clams measuring 28 mm and less were at the Indifferent stage and, so sex was undetermined. The smallest sexually mature softshell clams (29-30 mm) were observed at the Îles-de-la-Madeleine. The size at sexual maturity of softshell clams collected in the lower intertidal zone varies between 29 and 46 mm depending on the sampled site. Extreme values are found at the Îles-de-la-Madeleine (29-30 mm) and at Pointe-aux-Outardes (45-46 mm). Size at sexual maturity is lower in the upper intertidal zone than on the lower. A link between the softshell clam's reproductive cycle and the gonadosomatic index could not be demonstrated for clams collected in 2006 at Cran-Gagnon.

1 INTRODUCTION

La cueillette récréative et la récolte commerciale de la mye commune (*Mya arenaria*) se pratiquent depuis de nombreuses années au Québec. La cueillette récréative suscite toujours beaucoup l'intérêt des communautés maritimes, celles-ci prélèvent ainsi une part relativement importante de la ressource disponible. La récolte commerciale est une activité qui fournit de nombreux emplois saisonniers, principalement en Haute-Côte-Nord. La forte demande des marchés américains pour cette ressource incite plusieurs intervenants régionaux à développer ce potentiel coquillier. Certains d'entre eux s'intéressent à l'exploitation de bancs inexploités des Îles-de-la-Madeleine, de la Gaspésie et de la Côte-Nord, alors que d'autres songent à investir dans le développement maricole de la mye.

Les connaissances de la biologie de la mye au Québec et, plus particulièrement, de certains aspects de sa reproduction sont insuffisantes actuellement pour formuler des avis de conservation pour cette ressource et soutenir le développement de l'industrie myicole. Une meilleure connaissance de la reproduction et du potentiel reproducteur aidera à établir le cycle de production de l'espèce et à statuer sur les niveaux de récolte ou de production soutenable par l'industrie.

La mye est une espèce gonochorique, c'est-à-dire dont les deux sexes sont séparés, et non protandre puisqu'elle ne change pas de sexe au cours de sa croissance (Coe et Turner 1938, Brousseau 1978). Le système reproducteur est similaire chez les deux sexes (Stickney 1963). Il est constitué d'une paire de gonades composées de tubules très ramifiés portant de nombreux follicules. Chaque gonade est reliée à un gonoducte qui converge vers la vésicule génitale et l'ouverture génitale par où les gamètes matures sont relâchés.

Des études ont été effectuées par le passé sur la reproduction de diverses populations de mye de l'Île-du-Prince-Édouard, de la Nouvelle-Écosse, des États-Unis et du Danemark (Ropes et Stickney 1965, Brousseau 1978, Vézina 1980, Commito 1982, Winter et Gray 1985, Emerson *et al.* 1988, MacLean 2003). Selon la situation géographique ou les conditions environnementales, le frai chez la mye peut se produire une ou deux fois par année. Bien que selon certains auteurs, une deuxième gamétogénèse ait lieu à l'automne dans l'estuaire du Saint-Laurent, il n'y aurait qu'une ponte annuelle (Corbeil 1951, Roseberry 1988, Vincent *et al.* 1988, Roseberry *et al.* 1991, Tremblay 1992). Les travaux réalisés récemment dans le fjord du Saguenay ne montrent qu'une seule période de ponte de très courte durée en juin (Gauthier-Clerc *et al.* 2002, Gagné *et al.* 2003). Toutefois, Siah *et al.* (2003) ont observé, à quelques sites situés sur la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent, des myes dont les gamètes étaient matures à l'automne. La ponte, quoique de durée variable, se produit généralement de la fin du printemps au début de l'été (Belzile 1984, Roseberry 1988, Roseberry *et al.* 1991, Gauthier-Clerc *et al.* 2002, MacLean 2003, Siah *et al.* 2003, Gauthier-Clerc *et al.* 2006).

Le sexe est difficile à distinguer chez les myes d'une longueur inférieure à 20-25 mm (Coe et Turner 1938, Brousseau 1978, Van der Veer et Alunno-Bruscia 2006). Chez les myes de taille supérieure, le rapport des sexes est généralement équilibré (Brousseau 1978, Roseberry *et al.* 1991, Blaise *et al.* 1999). Dans certains cas, le sex-ratio peut cependant être altéré par la présence dans le milieu de composés organostanniques (Gagné *et al.* 2003, Gagné *et al.* 2006).

La maturité sexuelle est un facteur qui a une incidence directe sur le taux de croissance. Une

diminution marquée de la croissance est observée à partir de la maturité sexuelle, car une partie du budget énergétique est alors allouée à la production de gamètes (Brousseau 1978, Brousseau et Baglivo 1987). Différents facteurs sont susceptibles d'affecter la maturité sexuelle. Selon Brousseau (1978), les myes d'Amérique du Nord semblent croître plus rapidement sur des sites situés plus au sud, mais la taille maximale y est plus petite. Appeldoorn (1995) ajoute que les populations de mye situées plus au sud sont caractérisées par une espérance de vie plus courte, une taille à la maturité sexuelle plus élevée mais à un âge moindre et une production inférieure d'œufs mais plus gros. Vincent *et al.* (1989) soulignent, par ailleurs, qu'une augmentation de la densité de la population de *Macoma balthica* peut entraîner une diminution de la taille des gonades et une augmentation de l'âge à la maturité sexuelle.

La masse gonadique varie généralement sur une base annuelle chez les mollusques. Chez la mye de la mer de Wadden, les masses gonadiques maximale et minimale sont atteintes à la fin de la saison de croissance (juin) et à la fin de l'hiver (mars) respectivement (Van der Veer et Alunno-Bruscia 2006). Selon Roseberry *et al.* (1991), les indices gonadosomatiques sont plus élevés pour les myes localisées dans le bas de l'estran à l'anse à l'Orignal (parc national du Bic, estuaire du Saint-Laurent). Toutefois, pour une même longueur, il n'y aurait pas de différence de fécondité entre les niveaux altimétriques. Pour un gisement de la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent (baie des Roses), Harvey et Vincent (1989) font des observations similaires chez *M. balthica*. Ces auteurs mentionnent également que les individus situés dans le bas de l'estran contribuent fortement à la fécondité totale de la population. La fécondité de la mye augmente en fonction de la taille (et de l'âge), celle-ci est estimée à 1 million d'œufs à l'âge de 1 an et à près de 9 millions à l'âge de 10 ans (Brousseau 1978). Une fécondité élevée n'est toutefois pas garante du succès de la reproduction et d'un recrutement élevé. Günther (1992) ainsi que Maximovich et Guerassimova (2003) ont observé de fortes variations interannuelles du succès de la reproduction et de l'abondance du recrutement chez des populations de mye de la mer du Nord et de la mer Blanche.

Au Québec, les connaissances sur la reproduction de la mye commune proviennent essentiellement d'un segment restreint de l'estuaire du Saint-Laurent et du fjord du Saguenay. La majeure partie de ces informations provient de projets de recherche visant à mesurer l'effet des contaminants sur l'écosystème. Les connaissances du cycle reproducteur de la mye acquises dans le cadre de ces recherches sont souvent partielles car elles ne couvrent qu'une partie du cycle. Les résultats des travaux réalisés entre 2002 et 2006, en Côte-Nord, au Bas-Saint-Laurent, en Gaspésie et aux Îles-de-la-Madeleine et présentés dans ce document, visent à évaluer la variabilité interrégionale de la reproduction, du sex-ratio, de la taille à la maturité sexuelle et de quelques indices morphométriques.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 Sites expérimentaux

Les myes ont été récoltées à 10 sites répartis sur le littoral de la Côte-Nord, du Bas-Saint-Laurent, de la Gaspésie et des Îles-de-la-Madeleine (Figure 1). La nomenclature utilisée pour les sites expérimentaux est celle proposée par le Programme canadien de contrôle de la salubrité des mollusques (PCCSM) pour identifier les secteurs coquilliers du Québec. Le nom complet des

sites choisis est listé au Tableau 1 ainsi que leur nom abrégé utilisé dans le texte et leur secteur coquillier respectif.

Figure 1. Localisation des sites de prélèvements (cercle plein) des myes communes (*Mya arenaria*).

Tableau 1. Site de prélèvements des myes communes (*Mya arenaria*) ainsi que le nom abrégé du site utilisé dans le texte, la région d'origine et le secteur coquillier correspondant.

Site	Nom abrégé	Région	Secteur coquillier
Embouchure de la rivière Mingan	Mingan	Côte-Nord	N-18.3.2
Pointe-aux-Outardes ouest	P.-Outardes	Côte-Nord	N-06.1.1
Cran à Gagnon	Cran-Gagnon	Côte-Nord	N-04.2.2
Banc Marie-Marthe (Île Laval)	Marie-Marthe	Côte-Nord	N-04.1.2.1
Pointe à Boisvert	P.-Boisvert	Côte-Nord	N-03.2.1
Île Saint-Barnabé	Rimouski	Bas-Saint-Laurent	B-04.1
Baie Mitis	Mitis	Bas-Saint-Laurent	B-06.2
Estuaire de la rivière Malbaie	Malbaie	Gaspésie	G-22.6
Baie de Port-Daniel	Port-Daniel	Gaspésie	G-20.1
Lagune du Havre aux Maisons nord	H.-Maisons	Îles-de-la-Madeleine	A-15.1.2

Un suivi de la température de l'eau ainsi que l'analyse des sédiments ont permis une caractérisation sommaire de chacun des sites expérimentaux. La température a été mesurée avec un pas d'échantillonnage variant de 30 à 60 minutes à l'aide de thermographes (Vemco, modèle minilog-TR). Chaque thermographe était enfoui dans le sédiment, le senseur de température effleurant la surface du sédiment. Les périodes d'échantillonnage ont varié selon les sites et les expériences visées (Tableau 2). Quelques séries de données sont manquantes en raison de la perte de thermographes. Des données recueillies en 2006 dans le cadre d'autres études ont été utilisées comme informations complémentaires. La température moyenne journalière a été calculée pour chaque site. Aucune donnée de température n'a été recueillie au site Marie-Marthe.

Tableau 2. Période d'échantillonnage des températures aux différents sites expérimentaux.

Site expérimental	Période d'échantillonnage	Commentaire
Mingan	15/06/2002 au 21/11/2002	
	13/06/2003 au 14/09/2003	
	27/05/2005 au 22/10/2005	
P.-Outardes	2005	perdu
	26/04/2006 au 11/10/2006	
Cran-Gagnon	24/05/2005 au 19/10/2005	
	27/04/2006 au 10/10/2006	
P.-Boisvert	2002	perdu
	17/04/2003 au 12/09/2003	
Rimouski	29/04/2006 au 10/09/2006	
Mitis	10/07/2002 au 12/11/2002	mai et juin perdu
	22/04/2003 au 21/05/2003 et 19/06/2003 au 26/10/2003	fin mai au début juin perdu
Malbaie	03/06/2002 au 15/11/2002	
	29/05/2003 au 08/10/2003	
	26/05/2005 au 21/11/2005	
Port-Daniel	04/06/2002 au 10/12/2002	
	16/05/2003 au 10/09/2003	
H.-Maisons	02/05/2002 au 05/12/2002	
	07/05/2003 au 01/12/2003	
	12/05/2005 au 06/12/2005	

Des échantillons de sédiments ont été prélevés à tous les sites expérimentaux, sauf Cran-Gagnon et Marie-Marthe. La granulométrie de ces sédiments a été effectuée selon la méthode décrite par Brulotte et Giguère (2003). Les pourcentages d'argile (vase), de sable, de gravier et de galet ont été calculés pour chaque échantillon et une moyenne de chaque constituant a été calculée par site.

2.2 Reproduction

Il y a eu six sites de récolte de myes, soit Mingan, P.-Boisvert, Mitis, Malbaie, Port-Daniel et H.-Maisons, pour le suivi de la reproduction. Les myes ont été prélevées dans l'estran (étage médiolittoral ou intertidal), à la limite des marées basses moyennes, afin que les sites soient accessibles quelle que soit l'amplitude de la marée. La période de récolte des échantillons s'est étendue du 27 mai 2002 au 16 juin 2003 avec un arrêt pendant l'hiver en raison de la couverture de glace (Figure 2). Le pas d'échantillonnage était hebdomadaire en mai et juin, bimensuel en juillet et août et finalement mensuel de septembre à décembre. Le calendrier d'échantillonnage a différé légèrement entre les sites selon la disponibilité du personnel et les conditions climatiques locales. La reprise de l'échantillonnage au printemps 2003 n'a été possible qu'après le départ des glaces sur chacun des sites.

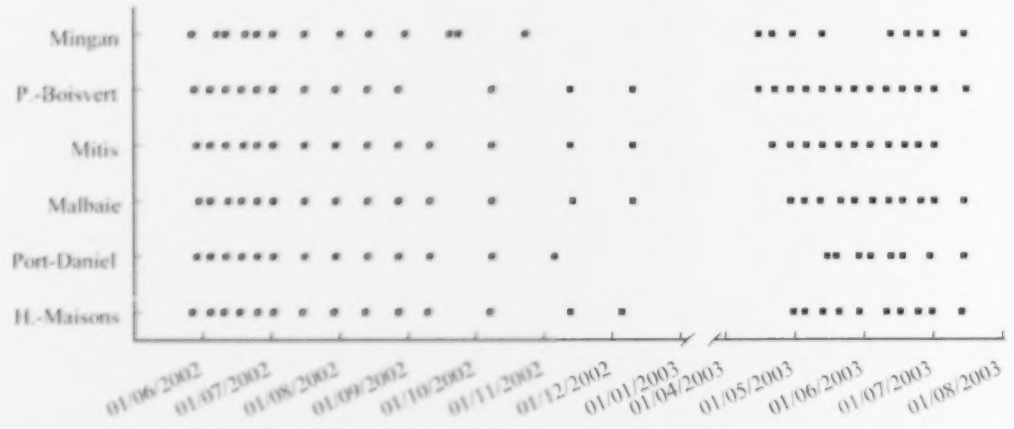

Figure 2. Date d'échantillonnage des myes communes (*Mya arenaria*) pour l'étude de la reproduction aux différents sites expérimentaux en 2002 et 2003.

À chaque échantillonnage, 20 myes mesurant entre 51 et 70 mm de longueur ont été récoltées pour un total de 2 699 myes échantillonnées (Annexe 1). Le choix des myes a été fait au hasard, sans tenir compte du sexe, puisqu'il est impossible de distinguer visuellement un mâle d'une femelle. La chair des myes a été extraite, puis conservée (sans les coquilles) dans une solution tamponnée de formaldéhyde à 4 % jusqu'au moment de la préparation des coupes histologiques. Une tranche longitudinale de 5 à 10 mm d'épaisseur a été effectuée au centre des gonades. Après une déshydratation et une imprégnation dans la paraffine, les coupes, d'une épaisseur de 5 µm, ont été montées sur lame et colorées à l'hématoxyline – éosine. Pour chaque mye, le sexe et le stade de maturation des gonades ont été identifiés. Le sex-ratio a été exprimé en nombre de mâles pour une femelle. Le test de khi carré (α de 0,05) a été utilisé pour vérifier si le rapport des sexes était différent de 1 : 1 (Scherrer 1984).

Ropes et Stickney (1965) définissent cinq stades de maturation des gonades chez la mye, femelle et mâle. Brousseau (1978) précise et classifie ces stades avec la terminologie suivante : Indifférencié (Indifferent), Développement (Developing), Mature (Ripe), Ponte (Spawning) et Vide (Spent). Cette nomenclature a été retenue dans ce document pour décrire le cycle reproducteur des myes échantillonnées.

Le stade Développement a été subdivisé en trois phases, soit D1, D2 et D3 pour mieux décrire la maturation des gamètes. Pour les femelles, le stade D1 est caractérisé par des ovocytes bien reconnaissables, de forme plutôt ronde à légèrement ovale, répartis au pourtour des follicules. Par la suite, les ovocytes grossissent et s'allongent vers la lumière folliculaire, ce qui définit le stade D2. Finalement, au stade D3, les ovocytes atteignent presque leur taille maximale. À ce moment, ils sont encore retenus à la membrane basale par une bande qui s'amincit à mesure que la maturation des ovocytes se poursuit. Chez les mâles, le stade D1 est défini par la prolifération des spermatocytes en colonnes radiales dans les follicules. Lorsque les spermatocytes remplissent complètement les follicules, c'est le stade D2. La présence plus ou moins importante de spermatides au centre des follicules caractérise le stade D3. À la fin de ce dernier stade, quelques spermatozoïdes peuvent être présents.

Afin de préciser la description de chacun des stades de maturation, la prédominance (%) des différentes structures gonadiques (espace interfolliculaire, ovocyte, spermatocyte, etc.) a été estimée sur un sous-échantillon de myes. Les différentes structures considérées sont listées à l'Annexe 2. La méthode utilisée est décrite en détail dans Giguère *et al.* (2005). Cette méthode consiste à placer une grille (8 x 8) sur une portion représentative de la coupe histologique des gonades, puis à identifier les structures situées sous les 49 intersections de la grille. Ces analyses ont été effectuées à l'aide d'un microscope à un grossissement de 160X. Dix myes ont été choisies au hasard par stade de maturation, par sexe et par site, lorsque le nombre d'individus était suffisant. Un total de 527 individus a été analysé. La fréquence des observations de chacune des structures présentes sous les intersections a été compilée par individu. Une fréquence moyenne a été calculée par stade de maturation, par sexe et par site, puis ramenée en pourcentage. Pour faciliter la visualisation des données, les structures les moins fréquentes, soit la membrane basale, les cellules phagocytaires, les ovogonies, les spermatogonies et les ovocytes en lyse, ont été regroupés sous l'appellation « autres » dans les figures.

Le diamètre du noyau des ovocytes a été mesuré pour les stades Développement (D1, D2 et D3) et Mature afin de raffiner la description des stades de maturation des gonades. Le diamètre du noyau a été choisi à la place de celui de l'ovocyte, car bien souvent les ovocytes ont une forme asymétrique difficile à mesurer. Trente (30) noyaux d'ovocytes ont été mesurés sur cinq femelles choisies au hasard et ce, pour chaque stade et site. Les différentes mesures ont été effectuées sur les coupes histologiques à l'aide d'un système d'analyse d'image (Image-Pro Express, Media Cybernetics, version 4.0) sous un microscope à des grossissements de 160X ou 250X selon la taille des ovocytes. Une analyse de variance a été utilisée pour comparer les diamètres des noyaux entre les stades de maturation avec un α de 0,05 (SAS, SAS Institute inc., version 8.2).

La proportion de chaque stade (Indifférencié (I), Développement (D), Mature (M), Ponte (P) et Vide (V)) a été déterminée pour les mâles et les femelles par date d'échantillonnage et site. Un indice de maturité (IM) a été calculé en multipliant les proportions estimées précédemment par les facteurs de pondération arbitraires suivants : 1 pour Indifférencié, 2 pour Développement, 3 pour Mature, 4 pour Ponte et 5 pour Vide (Siah *et al.* 2003). L'indice de maturité obtenu correspond à la somme des valeurs calculées pour chacun des stades à chacune des dates d'échantillonnage :

$$IM = (I \times 1) + (D \times 2) + (M \times 3) + (P \times 4) + (V \times 5)$$

2.3 Taille à la maturité sexuelle

La taille à la maturité sexuelle a été évaluée en 2005 sur des myes provenant de sept sites, soit Mingan, P.-Outardes, Cran-Gagnon, Marie-Marthe, Rimouski, Malbaie et H.-Maisons (Figure 1). Des myes ont été cueillies du 24 au 31 mai 2005 dans l'estran, à la limite des basses mers des marées de vives-eaux. De plus, durant la même période, des myes ont été cueillies dans l'estran à un niveau correspondant à celui des marées basses des mortes-eaux à P.-Outardes et à Cran-Gagnon, afin de mesurer la variabilité de cet indicateur pour un même gisement. Le choix de cette période d'échantillonnage a été établi à partir des résultats de 2002 et 2003 sur la reproduction ; l'échantillonnage devant être réalisé au moment où les gonades étaient au stade Mature. Chaque échantillon regroupait 80 myes de 20 à 60 mm de longueur.

Les myes ont été conservées entières (avec les coquilles) dans une solution tamponnée de formaldéhyde à 4 % le plus tôt possible après leur cueillette. Les myes ont été mesurées (longueur, largeur et épaisseur) au 1 mm près à l'aide d'un vernier, puis disséquées. Le traitement des échantillons a été le même que celui décrit pour la reproduction.

Les myes récoltées ont été regroupées par classe de longueur de 2 mm, la première classe étant 19-20 mm et la dernière 59-60 mm. Le nombre de myes a varié de deux à cinq individus par classe de longueur selon leur disponibilité respective. Le sexe et le stade de maturation des gonades ont été déterminés pour chaque individu. Le test de khi carré (α de 0,05) a été utilisé pour vérifier si le rapport des sexes était différent de 1 : 1 (Scherrer 1984). La taille à la maturité sexuelle est définie comme étant la taille où 50 % des individus sont matures sexuellement, c'est-à-dire lorsqu'il y a présence dans les follicules de spermatozoïdes chez les mâles ou d'ovocytes matures chez les femelles.

2.4 Indices morphométriques

Le cycle reproducteur de la mye a été suivi à Cran-Gagnon en 2006 (Figure 1). Un échantillon a été récolté à toutes les semaines du 26 mai au 27 juin 2006, puis aux deux semaines jusqu'au 21 septembre 2006. Chaque échantillon de 20 myes, d'une longueur comprise entre 51 et 70 mm, a été prélevé dans l'estran à la limite des marées basses moyennes. Les mesures suivantes ont été prises sur les myes : la longueur (0,1 cm), le poids humide entier, le poids des coquilles humides, le poids des gonades humides et le poids des viscères humides restants (0,01 g). Les viscères et les gonades ont été égouttés cinq minutes sur un papier absorbant avant d'être pesés. Une évaluation de l'état des gonades a été notée selon des caractéristiques visuelles (texture, couleur, transparence). Les indices gonadosomatique (IGS) et de condition (IC) (Gauthier-Clerc *et al.* 2002, Mark *et al.* 2003) ont été déterminés pour les myes récoltées. Ces indices ont été calculés pour chaque spécimen de la façon suivante :

$$IGS = \text{poids des gonades humides} \div \text{poids des viscères restants humides (sans les gonades)} \times 100$$

$$IC = \text{poids somatique humide (viscères + gonades)} \div \text{longueur}^3 \times 100$$

3 RÉSULTATS

3.1 SITES EXPÉRIMENTAUX

Les sites expérimentaux choisis pour le suivi de la reproduction et l'identification de la taille à la maturité sexuelle des myes sont répartis sur le littoral québécois (Figures 1 et 3). Certains de ces sites sont situés dans des secteurs abrités de type barachois ou lagune (Malbaie et H.-Maisons) ou dans de petites baies abritées (Marie-Marthe, Cran-Gagnon, Rimouski et Mitis), tandis que d'autres sont situés en milieu ouvert et exposés aux vents et tempêtes (Mingan, P.-Outardes, P.-Boisvert et Port-Daniel).

Le site Mingan est localisé en Moyenne-Côte-Nord, du coté ouest de l'embouchure de la rivière Mingan sur la rive nord du golfe du Saint-Laurent. Ce site, le plus au nord et le plus à l'est des sites échantillonnés, a fait l'objet d'un inventaire exhaustif de la population de mye en 2001 (Brulotte et Giguère 2003). Ce gisement de mye est relativement protégé des vents sud, ouest et nord-ouest. L'échantillonnage des myes (reproduction et taille à la maturité sexuelle) a été fait dans la partie ouest du gisement, là où la densité des myes était élevée (64° 0' 7,3"W 50° 17' 39,8"N). Les sédiments étaient constitués majoritairement de sable avec une proportion importante de gravier (Tableau 3). La température journalière de l'eau a atteint des valeurs de plus de 10 °C du début juillet ou mi-juillet jusqu'à la mi-août, sauf en 2005 où la température a rarement dépassé 10 °C (Figure 4 et Annexe 3). La température moyenne pour les mois de juin, juillet et août a varié de 6,7 à 8,6 °C en 2002, 2003 et 2005. Les valeurs maximales se situaient entre 12,3 et 15,3 °C pour ces mêmes années.

Tableau 3. Granulométrie des sédiments prélevés aux différents sites expérimentaux en 2002, 2003, 2005 et 2006.

Site	Proportion des différents constituants des sédiments (%)			
	Galet	Gravier	Sable	Argile
Mingan	0	9,12	89,94	0,94
P.-Outardes	0	9,24	89,85	0,91
P.-Boisvert	0	7,30	91,82	0,88
Rimouski	0,63	7,20	53,62	38,55
Mitis	24,09	10,77	49,53	15,61
Malbaie	0	15,33	83,94	0,73
Port-Daniel	3,98	39,52	52,55	3,95
H.-Maisons	0	0,01	99,97	0,02

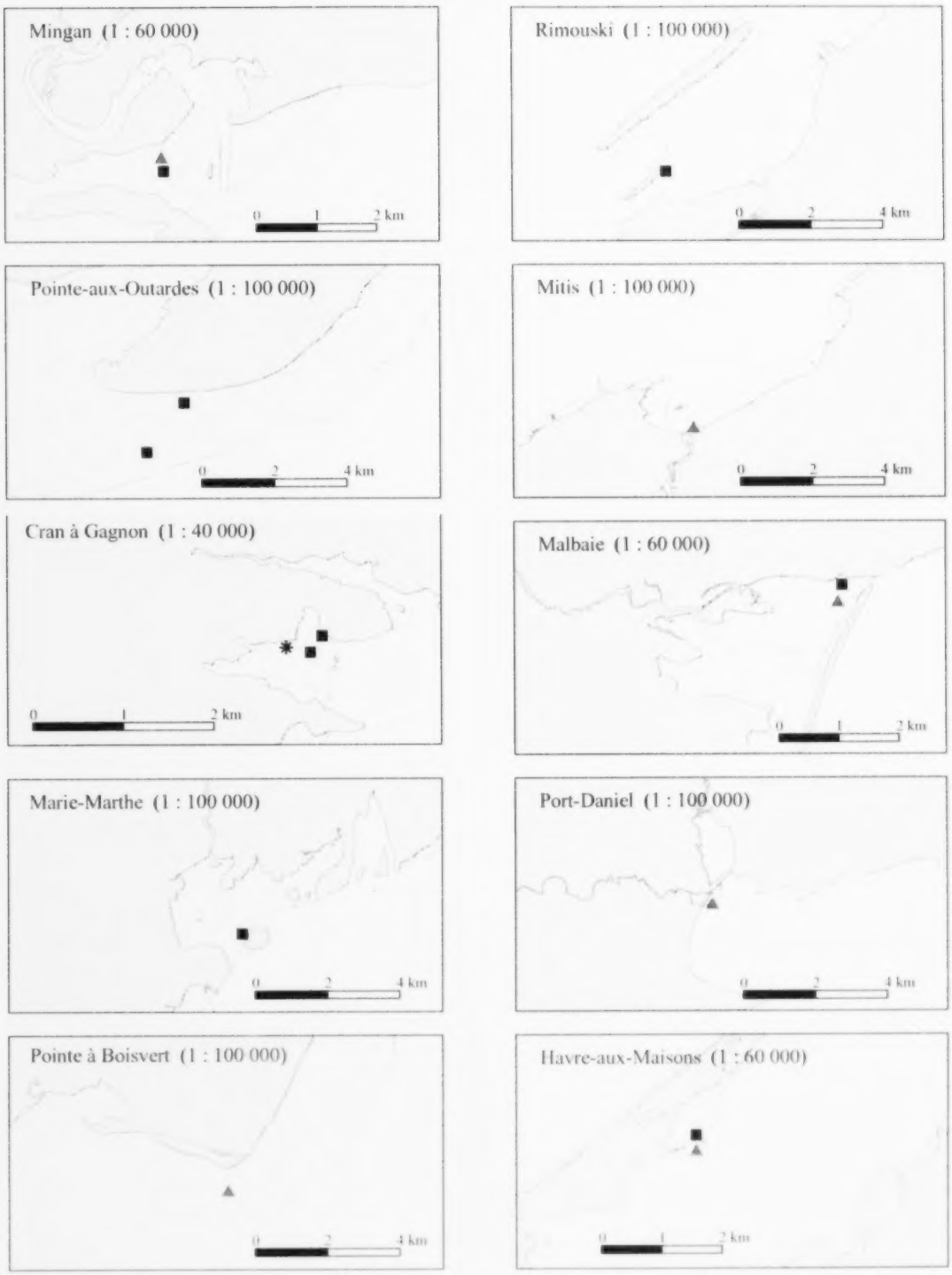

Figure 3. Site et station d'échantillonnage des myes communes (*Mya arenaria*).

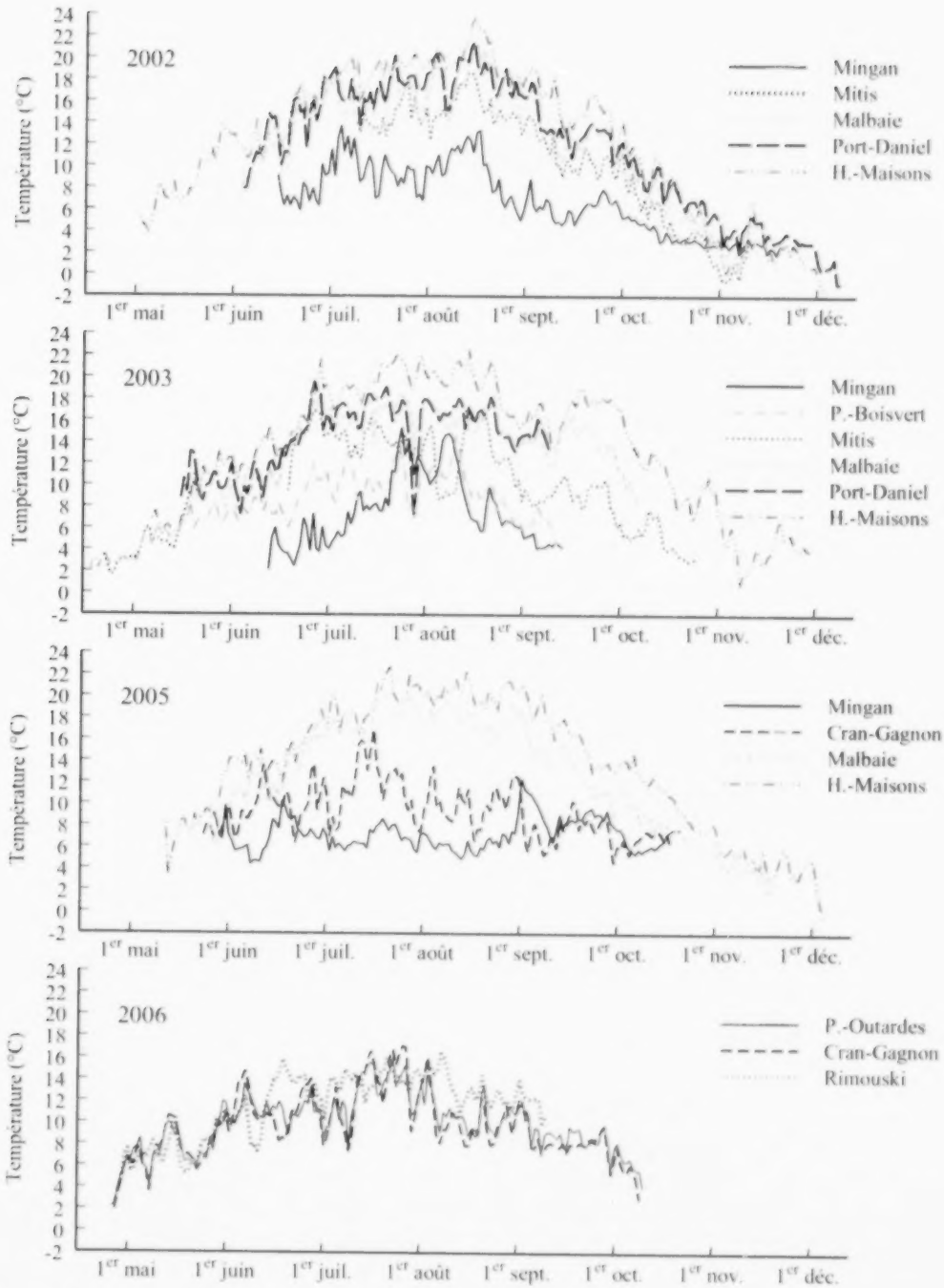

Figure 4. Température moyenne journalière de l'eau aux différents sites expérimentaux en 2002, 2003, 2005 et 2006.

Les sites P.-Outardes, Cran-Gagnon, Marie-Marthe et P.-Boisvert sont situés en Haute-Côte-Nord, dans l'estuaire du Saint-Laurent. Le site P.-Outardes est situé sur la grande batture de Manicouagan entre l'embouchure de la rivière aux Outardes (à l'ouest) et celle de la rivière Manicouagan (à l'est). Cette batture est l'une des plus grandes au Québec avec une superficie d'environ 9,2 km^2. Elle se dégage sur une distance de plus de 2 km durant les basses mers inférieures des marées de vives-eaux. Cette batture, qui s'ouvre directement sur l'estuaire, est très peu protégée des vents du nord-est au sud-ouest. Les inventaires les plus récents de ce gisement de myes datent de 2003 et 2004 (M. Giguère, MPO, Mont-Joli, document en préparation). Deux stations d'échantillonnage ont été sélectionnées pour évaluer la taille à la maturité sexuelle à ce site, 68° 25' 54,3"W 49° 2' 20,3"N et 68° 26' 46,5"W 49° 1' 35,9"N. Les sédiments à ces deux stations étaient similaires, de type sablonneux avec un peu de gravier (Tableau 3). En 2006, la température a atteint 10 °C de la fin mai au début septembre (Figure 4 et Annexe 3). La température moyenne pour les mois de juin à août a été de 11,5 °C et la valeur maximale de 16,0 °C.

Le site Cran-Gagnon est situé dans la portion ouest de la baie Blanche, il est enchâssé entre deux parois rocheuses, au nord et au sud, qui le protègent bien des vents dominants. Les myes ont été prélevées à deux stations soit, 68° 56' 7,2"W 48° 48' 55,3"N et 68° 56' 13,6"W 48° 48' 49,4"N, pour l'évaluation de la taille à la maturité sexuelle. Les myes utilisées pour l'estimation des indices morphométriques ont été recueillies à l'ouest du site, près de 68° 56' 25,3"W 48° 48' 51,2"N. Selon un examen visuel, les sédiments de surface sont meubles, constitués de vase (argile et limon) sableuse, sur un fond d'argile assez compacte. En 2005 et 2006, la température moyenne journalière de l'eau égalait ou dépassait 10 °C entre le début juin et le début septembre (Figure 4 et Annexe 3). La température moyenne pour la période de juin à août a été de 10,5 et 11,5 °C respectivement pour 2005 et 2006. La température maximale a grimpé à 16,9 et 17,1 °C pour les mêmes années.

Le site Marie-Marthe est localisé dans la baie Laval, à l'embouchure de la rivière Laval, et au nord-ouest de l'île Laval. Ce site est lui aussi assez bien protégé des vents. Il n'y a pas eu de prélèvement d'échantillon de sédiments à ce site, mais selon des informations fournies par les cueilleurs commerciaux, les sédiments y sont de type vase sableuse à vase. Les myes ont été récoltées au nord de l'île Laval à 68° 2' 19,3"W 48° 45' 11,5"N. Aucune donnée de température n'est disponible pour ce site ; toutefois sa proximité géographique avec le site Cran-Gagnon, également situé à l'embouchure d'une rivière, porte à croire que la courbe des températures y est similaire.

Le site P.-Boisvert est positionné sur les hauts-fonds Mille-Vaches dans la baie de Mille-Vaches. Ce site n'offre aucune protection contre les vents dominants. Cette batture se dégage sur une distance d'environ 1 km lors des basses mers des marées de vives-eaux. Les myes ont été récoltées à 69° 8' 52,9"W 48° 33' 26,7"N pour l'étude de la reproduction. Les sédiments étaient à prédominance de sable à sable graveleux (Tableau 3). En 2003, la température journalière de l'eau s'est maintenue au-dessus de 10 °C de la fin juin jusqu'à la mi-août (Figure 4 et Annexe 3). La température moyenne de juin à août 2003 a été de 9,6 °C avec une valeur maximale de 14,5 °C.

Les sites Rimouski et Mitis sont situés au Bas-Saint-Laurent sur la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent. Le site Rimouski est borné au nord par l'île Saint-Barnabé, à l'est par le chenal de la rivière Rimouski et à l'ouest par l'îlet Canuel. Ce site est protégé des vents du nord, nord-ouest, sud et sud-ouest. Aux marées basses de vives-eaux, tout le secteur situé entre l'île Saint-Barnabé

et la côte sud (Rimouski) vient à découvert. Ce site a fait l'objet d'un inventaire de la population de mye à l'automne 2006 (M. Giguère, MPO Mont-Joli, document en préparation). Les myes sélectionnées en vue de la détermination de la taille à la maturité sexuelle ont été recueillies à l'ouest du gisement, 68° 34' 31,0"W 48° 26' 57,5"N. Les sédiments prélevés à cet endroit étaient un mélange de sable, de vase et de gravier (Tableau 3). En 2006, la température journalière de l'eau a atteint 10 °C et plus, du début juin à la mi-septembre (Figure 4 et Annexe 3). Les valeurs moyenne et maximale de juin à août ont été respectivement de 13,1 et 16,5 °C.

Le site Mitis est situé dans la baie Mitis, à l'est de l'embouchure de la rivière Mitis (68° 7' 48,0"W 48° 37' 55,0"N). Ce secteur est assez bien protégé des vents du nord-ouest par la pointe aux Cenelles et des vents du sud par la côte. Les sédiments y sont de type vase sableuse avec une proportion importante de galet et gravier (Tableau 3). La température journalière a dépassé les 10 °C de la mi-juin jusqu'au début octobre en 2002 et de la mi-juin à la fin septembre en 2003 (Figure 4 et Annexe 3). Elle a atteint plus de 15 °C de la fin juin à la mi-juillet en 2003. La température moyenne pour les mois de juin à août a été de 12,8 °C en 2003. Les valeurs maximales ont atteint 18,7 et 17,3 °C respectivement en 2002 et 2003.

Les sites Malbaie et Port-Daniel se retrouvent sur la rive sud de la Gaspésie. Le site Malbaie est situé dans un barachois à l'embouchure de la rivière Malbaie, il est donc très abrité des vents et des tempêtes. Les myes ont été recueillies dans la portion nord du barachois, 64° 16' 54,7"W 48° 36' 49,4"N et 64° 16' 51,2"W 48° 36' 58,0"N (Roy *et al.* 2003). Les sédiments des stations échantillonnées étaient de type sable graveleux (Tableau 3). La température de l'eau s'est maintenue à plus de 10 °C du début juin au début octobre en 2002, 2003 et 2005 (Figure 4 et Annexe 3). Elle a atteint des valeurs maximales variant entre 19,1 et 21,3 °C au cours des étés 2002, 2003 et 2005. La température moyenne de juin à août a varié de 15,1 à 16,3 °C pour ces trois années.

Le site Port-Daniel est, quant à lui, situé à l'embouchure des rivières Port-Daniel et Port-Daniel-du-Milieu et de la Petite Rivière Port-Daniel dans la baie Port-Daniel à la sortie du barachois. Ce site est protégé des vents sud et sud-ouest. Les myes utilisées pour le suivi de la reproduction ont été récoltées à 64° 58' 10,5"W 48° 10' 32,7"N. Les sédiments prélevés étaient de type gravier sableux (Tableau 3). La température journalière était supérieure à 10 °C du début juin au début octobre en 2002 (Figure 4 et Annexe 3). Elle dépassait même les 15 °C de la fin juin au début septembre avec des valeurs maximales d'environ 20 °C en 2002 et 2003. La température moyenne pour les mois de juin à août se chiffrait à 16,4 °C en 2002 et 15,2 °C en 2003.

Finalement, le site H.-Maisons, considéré comme très abrité, est situé aux Îles-de-la-Madeleine dans la lagune du Havre aux Maisons. Les stations d'échantillonnage des myes utilisées pour le suivi de la reproduction et la détermination de la taille à la maturité sexuelle, ont été positionnées dans un secteur densément peuplé, soit à la limite sud-est du gisement (61° 49' 40,0"W 47° 26' 1,0"N et 61° 49' 45,8"W 47° 26' 6,8"N) identifié par Brulotte *et al.* 2006. Sur ce site, les sédiments étaient constitués presque exclusivement de sable (Tableau 3). La température de l'eau dépassait 10 °C de la fin mai à la mi-octobre (2002, 2003 et 2005) et 15 °C de la mi-juin à la fin septembre environ (Figure 4 et Annexe 3). La température maximale atteignait plus de 22 °C en été, pour une température moyenne d'environ 18 °C pour les mois de juin à août.

3.2 Reproduction

Le cycle reproducteur chez la mye a été suivi pendant près de 14 mois aux sites Mingan, P.-Boisvert, Mitis, Malbaie, Port-Daniel et H.-Maisons, de la fin mai 2002 à la mi-juillet 2003. Le rapport des sexes était équilibré à Mingan, Malbaie, Port-Daniel et H-.Maisons (Tableau 4). Toutefois à Mitis et à P.-Boisvert, la balance penchait significativement en faveur des femelles avec un sex-ratio de 0,8 mâle pour 1 femelle ($\chi^2 = 6,00$ et $p = 0,0143$ pour Mitis ; $\chi^2 = 9,96$ et $p = 0,0016$ pour P.-Boisvert). Quelques cas d'hermaphrodisme (< 0,5 % des individus) ont été observés sur la Côte-Nord, soit à Mingan et à P.-Boisvert.

Tableau 4. Nombre de myes communes (*Mya arenaria*) analysées, sex-ratio (mâle : femelle) et proportion d'hermaphrodites aux différents sites expérimentaux en 2002 et 2003.

Site	Nombre de myes	Sex-ratio	Hermaphrodites (%)
Mingan	407	1 : 1	0,49
P.-Boisvert	494	0,8 : 1	0,40
Mitis	486	0,8 : 1	0
Malbaie	488	1 : 1	0
Port-Daniel	358	0,9 : 1	0
H-Maisons	466	0,9 : 1	0

Le cycle reproducteur de la mye ressemble à celui des autres bivalves. Au début de la maturation des gonades, il y a le stade Indifférencié, stade où les follicules sont petits, occupent peu d'espace et contiennent des ovogonies ou des spermatogonies (Figure 5). Ce stade est caractérisé par de grands espaces interfolliculaires et la présence d'un espace vide au centre des follicules, soit la lumière folliculaire (Figure 6). Au cours des stades Développement et Mature chez les femelles, les ovogonies se différencient en ovocytes, le diamètre de ceux-ci augmentant graduellement jusqu'à la maturité. Chez les mâles, les spermatogonies se différencient successivement en spermatocytes, spermatides et spermatozoïdes. L'étape suivante est le stade Ponte, étape qui permet l'expulsion des gamètes matures dans le milieu environnant. À ce stade, les follicules se vident graduellement de leur contenu et les espaces interfolliculaires et la lumière folliculaire prennent de plus en plus d'importance. Après la ponte, les gonades sont à peu près vides et sans cellule sexuelle visible, c'est le stade Vide.

Une des particularités observées chez les populations de mye étudiées réside dans la présence plus ou moins importante chez les femelles d'ovocytes à différents stades de maturation tout au long du cycle reproducteur. Cette présence est encore plus marquée au stade Mature (mâle et femelle) où les cellules sexuelles présentes ne sont pas toutes matures (Figure 6). Ce type d'évolution fait en sorte qu'après la ponte, le stade Vide est peu fréquent et les gonades sont soit au stade Indifférencié ou au début du stade Développement (D1). Des cellules folliculaires contenant souvent des inclusions de natures diverses sont très fréquentes à peu près à tous les stades, sauf au stade Mature. Coe et Turner (1938) mentionnent que ces inclusions caractérisent autant les deux sexes que les gamètes eux-mêmes.

Mâle **Femelle**

Stade Indifférencié

Stade Développement

Stade Mature

Stade Ponte

Stade Vide

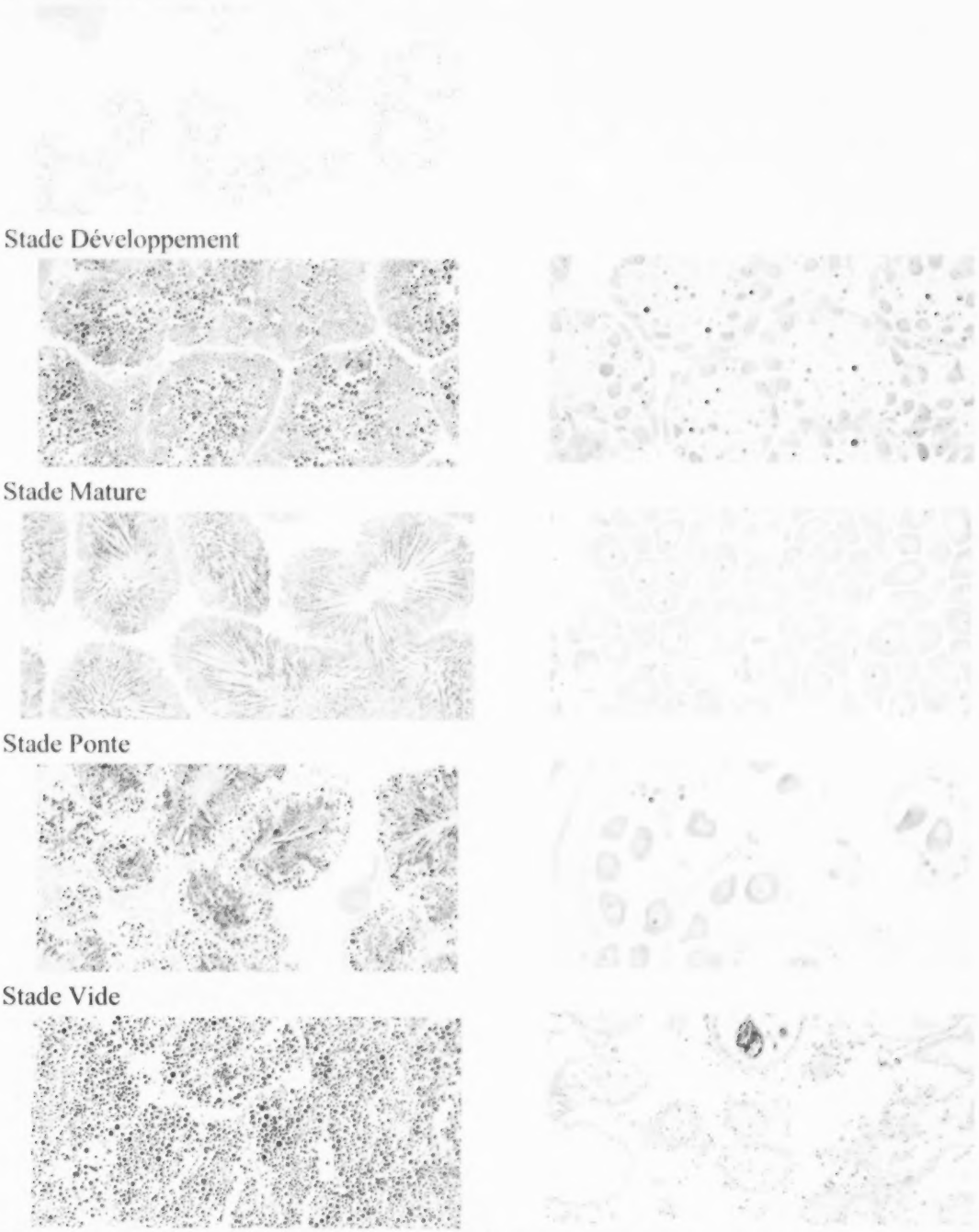

Figure 5. Illustrations des différents stades de maturation des gonades de la mye commune (*Mya arenaria*).

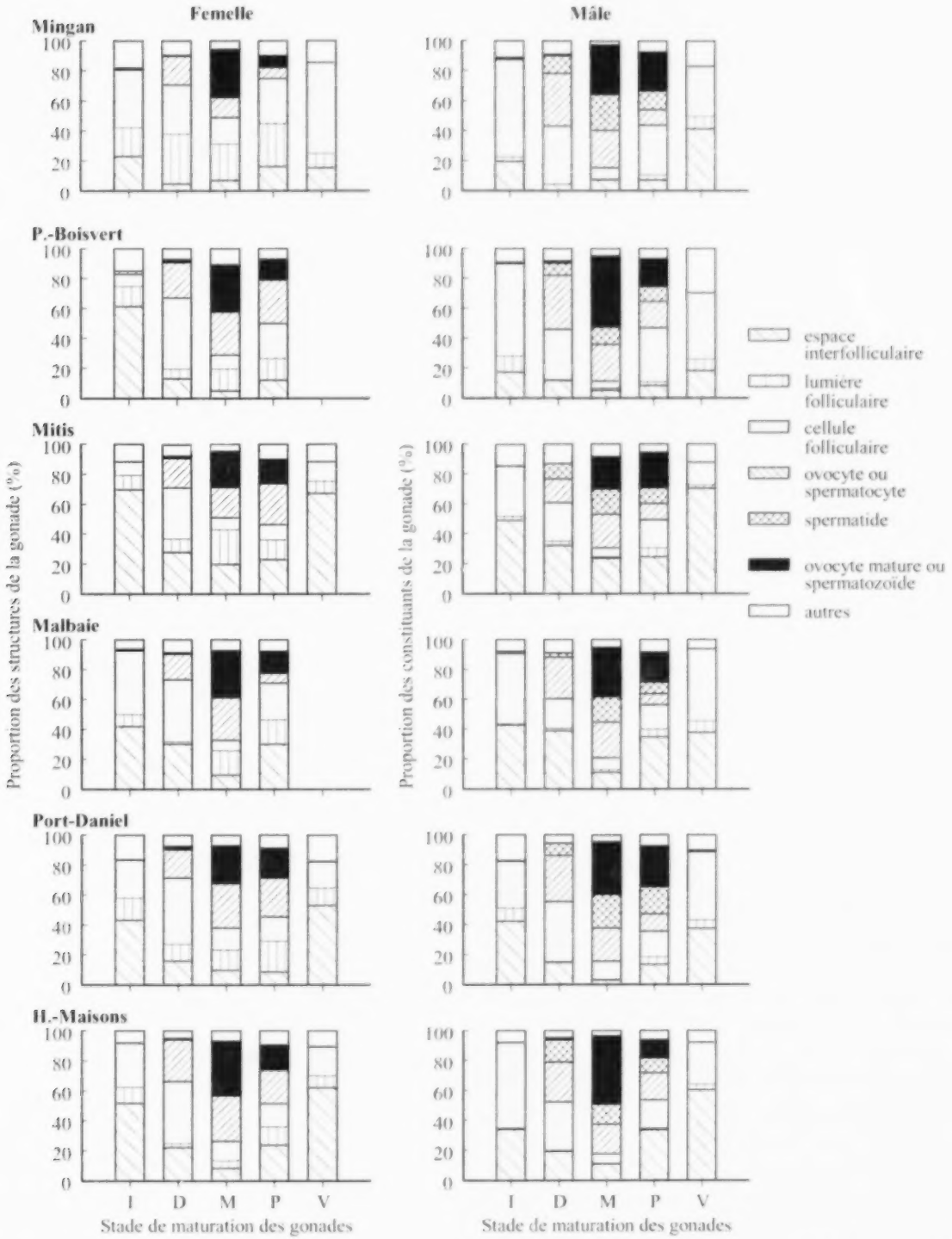

Figure 6. Proportion des différentes structures des gonades de la mye commune (*Mya arenaria*) par stade de maturation (I = Indifférencié, D = Développement, M = Mature, P= Ponte, V = Vide) aux différents sites expérimentaux en 2002 et 2003.

Les gonades des myes de Mitis sont souvent caractérisées par de petits follicules espacés les uns des autres, l'espace interfolliculaire représentant toujours plus de 20 % des structures des gonades et ce, même au stade Mature (Figure 6). À titre de comparaison, l'espace interfolliculaire varie de 5 à 11 % au stade Mature pour les autres sites. La petitesse des follicules observée à Mitis pourrait-être due au fait qu'un certain nombre de myes récoltées mesuraient entre 45 et 55 mm au lieu des 51-70 mm visés.

Les cellules phagocytaires sont parfois présentes en grande quantité dans les gonades, leur proportion variant de 0 à 24,5 % selon le stade et le site étudié (Tableau 5). Elles sont moins abondantes à Malbaie et H-.Maisons. La présence de ces cellules rend parfois difficile l'identification du stade de maturation puisque après leur passage, les follicules peuvent être complètement vides. Les cellules phagocytaires sont généralement plus fréquentes aux stades Indifférencié et Vide. À Mingan, ces cellules sont souvent présentes même au stade Mature, ce qui fait en sorte que les follicules sont rarement pleins de gamètes matures.

Dans les eaux québécoises, la maturation des gamètes s'effectue principalement en avril et mai (Figures 7 et 8). Elle est relativement synchrone entre les mâles et les femelles. Le stade Mature est observé surtout de la fin mai à la fin juin, parfois jusqu'au début juillet. La ponte a lieu principalement en juin et juillet, mais elle varie légèrement entre les sites étudiés. Cette variation interrégionale est plus marquée chez les mâles. À Mingan, des myes en ponte ont été observées régulièrement entre juin et septembre, avec un maximum en juillet et août. Fait particulier, à H.-Maison, il semble y avoir une recrudescence de myes au stade Ponte à la fin août et au début septembre, sans toutefois être précédée de myes au stade Mature.

Le stade Vide est peu fréquent chez les mâles et les femelles de tous les sites échantillonnés. Les gonades recommencent leur maturation durant l'été et l'automne, moment où il y a prépondérance du stade Développement. Durant l'hiver, soit entre novembre – décembre 2002 et avril 2003, il y a eu peu de changements dans la maturation des gonades. La grande majorité (78 %) des myes échantillonnées à l'automne 2002 et au printemps 2003 étaient aux stades Indifférencié et Développement (D1 et D2) et ce, à tous les sites, sauf à Mingan, où cette proportion atteignait seulement 37,5 % chez les femelles en avril 2003 ; les autres femelles étant déjà au stade D3.

Tableau 5. Proportion des cellules phagocytaires dans les gonades de mye commune (*Mya arenaria*) par stade de maturation (I = Indifférencié, D = Développement, M = Mature, P = Ponte, V = Vide) et sexe aux différents sites expérimentaux en 2002 et 2003.

Site	Sexe	Stade de maturation des gonades				
		I	D	M	P	V
Mingan	mâle	2,9	1,8	0,2	1,6	9,2
	femelle	6,8	3,9	1,0	3,1	8,2
P.-Boisvert	mâle	1,8	1,2	0,2	0,6	24,5
	femelle	2,0	0,2	0,2	0,2	
Mitis	mâle	6,1	1,0	0,4	0,2	3,8
	femelle	0,6	0,2	0,3	0,2	2,9
Malbaie	mâle	0,0	0,2	0,0	0,4	0,0
	femelle	0,5	1,0	0,0	0,0	
Port-Daniel	mâle	5,1	0,0	0,0	0,0	2,4
	femelle	3,3	1,4	0,4	0,4	6,7
H-Maisons	mâle	0,0	0,2	0,0	0,2	1,1
	femelle	0,6	0,0	0,2	0,0	0,7

Il y a peu de différences observées dans le cycle reproducteur entre 2002 et 2003. Les stades Mature et Ponte sont généralement dominants au mois de juin 2002 et 2003 chez les deux sexes et à tous les sites. Toutefois, à Mitis et Malbaie, la maturation des gonades femelles semble un peu moins avancée en juin 2003 qu'elle ne l'était en juin 2002. Les fluctuations de l'indice de maturité permettent de mieux visualiser l'évolution de la reproduction dans le temps. Cet indicateur atteint un sommet de 3,8 à 4,0 en juin et juillet au moment où les myes sont majoritairement aux stades Mature et Ponte (Figures 7 et 8). Il est au niveau le plus bas (2,0 et moins) en octobre, novembre, décembre et avril lorsque les myes recommencent leur maturation des gonades.

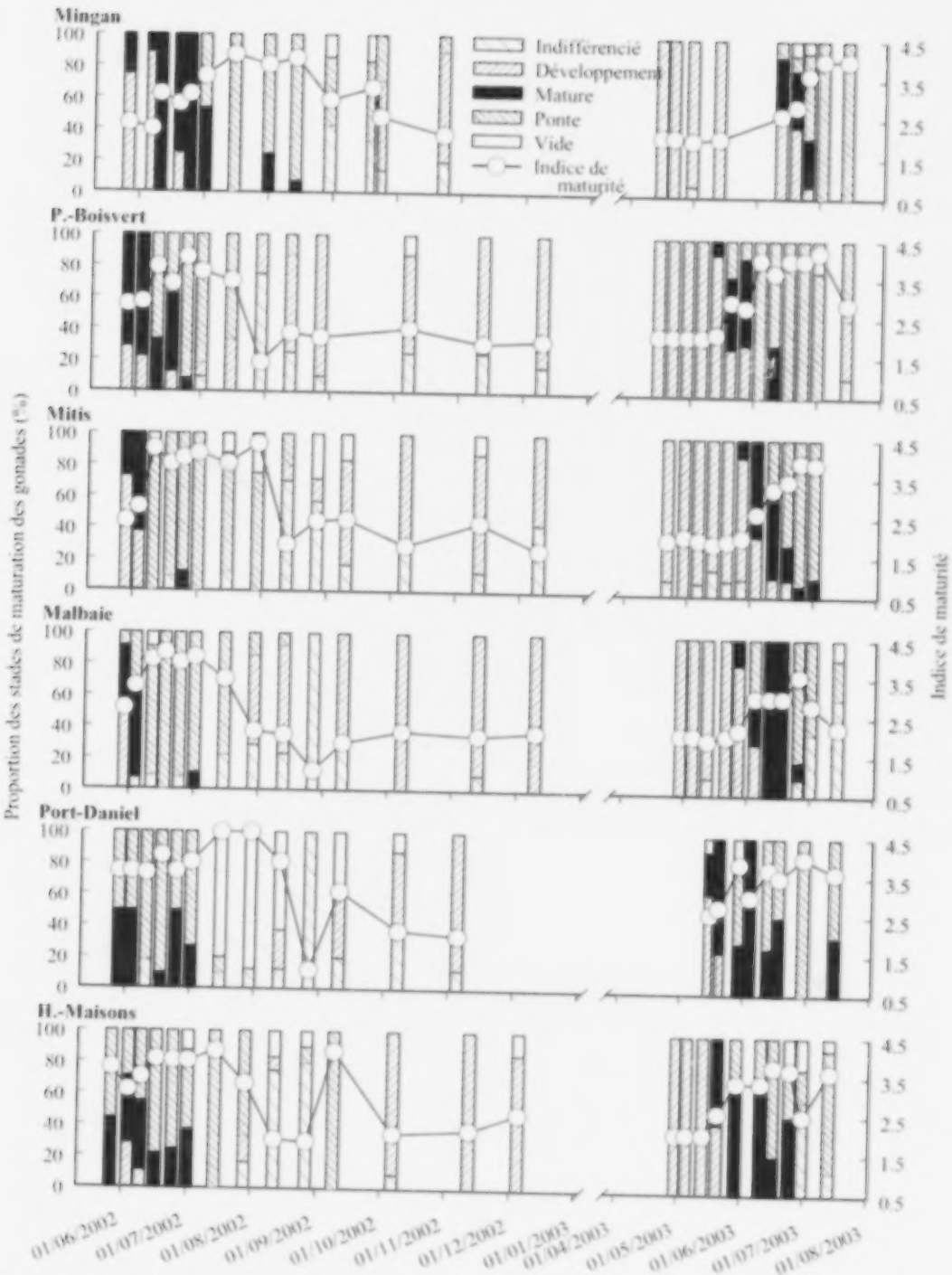

Figure 7. Proportion des stades de maturation des gonades et indice de maturité chez la mye commune (*Mya arenaria*) de sexe mâle aux différents sites expérimentaux en 2002 et 2003.

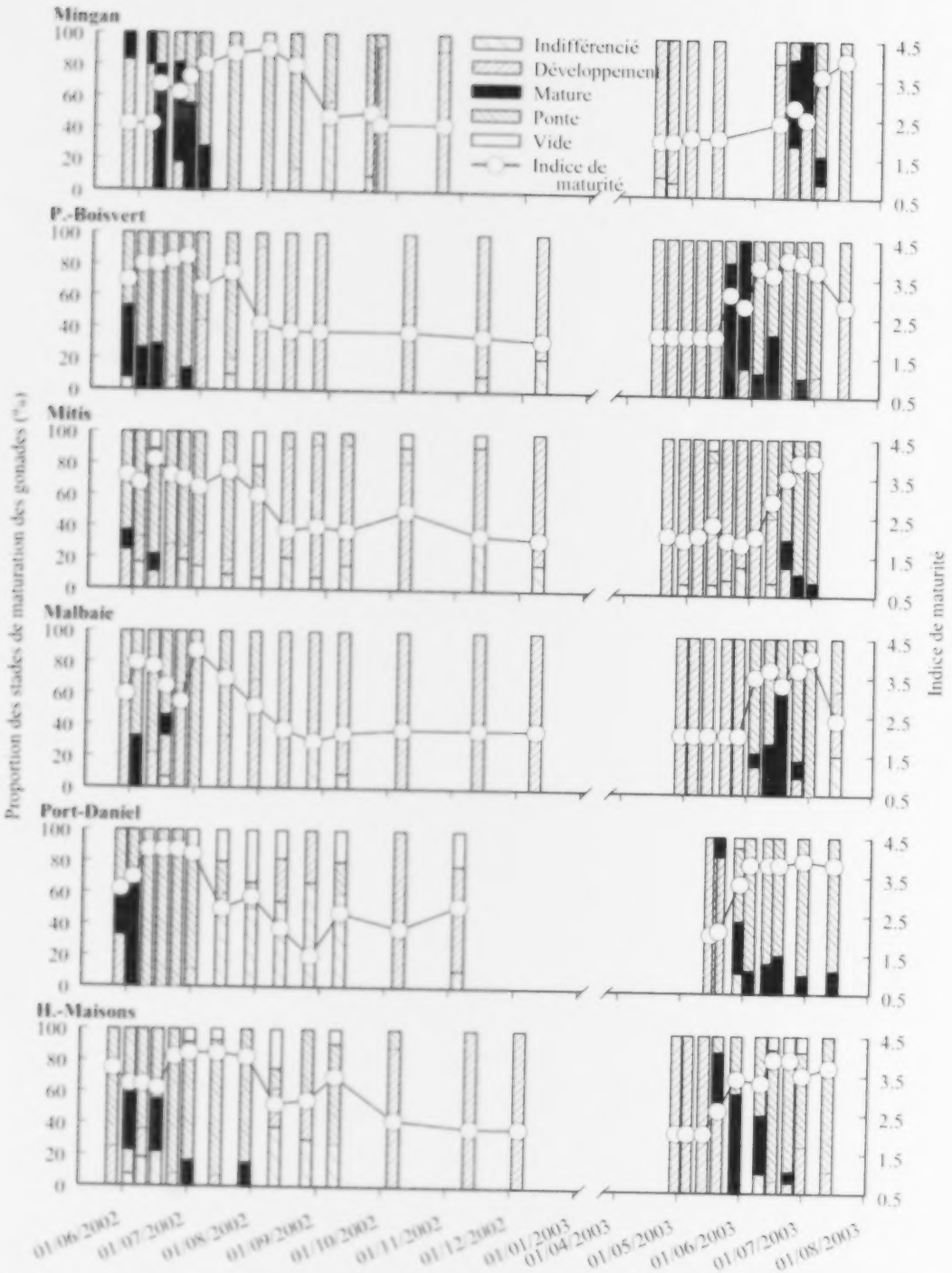

Figure 8. Proportion des différents stades de maturation des gonades et indice de maturité chez la mye commune (*Mya arenaria*) de sexe femelle aux différents sites expérimentaux en 2002 et 2003.

Le diamètre du noyau des ovocytes augmente progressivement du stade D1 jusqu'au stade Mature (Figure 9). Les plus gros noyaux d'ovocytes matures ont été mesurés à H.-Maisons et les plus petits à Mingan, P.-Boisvert et Port-Daniel. Les résultats des analyses de variance indiquent que, pour un même stade, les moyennes sont souvent différentes entre les sites (Annexe 4). Cependant, il n'y a pas de tendance générale pour l'ensemble des stades.

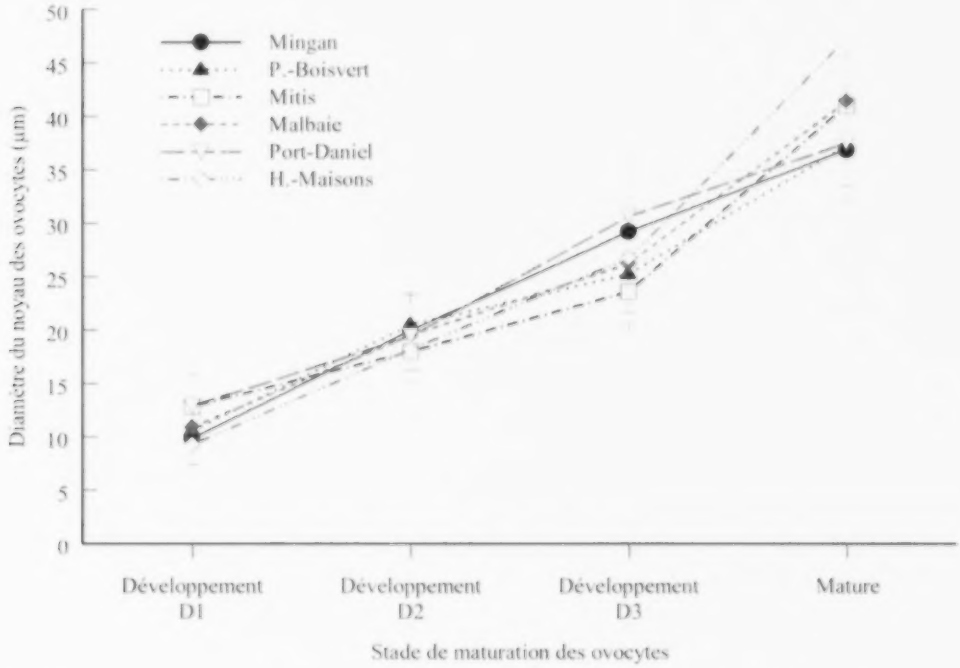

Figure 9. Diamètre moyen du noyau des ovocytes (± écart-type) de la mye commune (*Mya arenaria*) par stade de maturation aux différents sites expérimentaux en 2002 et 2003 (n = 150 mesures par stade et site).

3.3 Taille à la maturité sexuelle

Au total, 721 myes ont été analysées pour l'étude de la taille à la maturité sexuelle, soit environ 80 individus par site et niveau altimétrique (Tableau 6). Le sexe n'a pu être déterminé que pour 10 à 33 % des individus selon le site. Malgré un sex-ratio qui semble parfois en faveur des femelles comme à Mingan et Rimouski ou en faveur des mâles comme à Cran-Gagnon dans le haut de l'estran, les tests de khi carré indiquent que, dans tous les cas, le sex-ratio est équilibré. Aucun cas d'hermaphrodisme n'a été observé chez ces myes.

La taille à la maturité sexuelle est définie comme étant la taille où 50 % des individus sont matures sexuellement. Pour déterminer cette taille, il est préférable de procéder à l'échantillonnage des individus lorsque la majorité de la population est au stade Mature. Dans le cas présent, à l'exception de H.-Maisons, tous les sites ont été échantillonnés avec un léger retard par rapport au stade Mature, ce qui rend plus difficile l'identification de la taille à la maturité

sexuelle. Il a donc fallu se fier à d'autres critères que la présence d'ovocytes matures ou de spermatozoïdes pour identifier les individus matures sexuellement.

Tableau 6. Nombre de myes communes (*Mya arenaria*) analysées, nombre d'individus de sexe indéterminé et sex-ratio (mâle : femelle) par niveau altimétrique aux différents sites expérimentaux en 2005.

Site	Niveau altimétrique	Nombre de myes	Nombre d'individus de sexe indéterminé	Sex-ratio
Mingan	bas	81	8	0,7 : 1
P.-Outardes	bas	78	8	0,8 : 1
	haut	78	15	1 : 1
Cran-Gagnon	bas	81	14	0,9 : 1
	haut	80	16	1,6 : 1
Marie-Marthe	bas	79	20	0,8 : 1
Rimouski	bas	82	27	0,7 : 1
Malbaie	bas	79	20	1 : 1
H-Maisons	bas	83	19	1,1 : 1

Roseberry (1988) identifie les individus ayant des gonades contenant peu de follicules, remplis de cellules folliculaires sans inclusion, comme appartenant au stade Immature. Selon cet auteur, ces individus sont sexuellement non matures. Il est difficile de faire la distinction entre le stade Indifférencié et Immature puisque, chez certains individus considérés matures sexuellement, les cellules folliculaires ne contiennent pas nécessairement d'inclusion. D'autre part, comme par exemple à H.-Maisons, il est possible d'observer de petits individus sexuellement matures avec peu de follicules. Compte tenu de ces considérations et selon les résultats obtenus lors du suivi de la reproduction en 2002 et 2003 et après vérification de l'état de la maturation des gonades au moment de la récolte en 2005, il a été convenu que les individus aux stades Développement D2 et D3, Mature, Ponte ou Vide, étaient capables de produire des ovocytes matures ou des spermatozoïdes, donc sexuellement mature. De plus, le stade Indifférencié a été retenu pour caractériser les individus ayant peu de cellules sexuelles et beaucoup de cellules folliculaires avec présence ou non d'inclusions.

Le sexe est très difficile, voire impossible, à déterminer chez les myes de moins de 29 mm de longueur, et ce quel que soit le site échantillonné. Les gonades sont très petites, il y a peu de follicules, l'espace interfolliculaire est important et les cellules sexuelles sont peu nombreuses et petites. Le stade dominant chez ces myes est Indifférencié (Figure 10). Cependant, chez certains individus, les cellules sexuelles sont un peu plus développées, de stade D1, et il est possible de différencier les mâles des femelles. Chez les myes de plus de 30 mm, tous les stades peuvent être présents, mais en proportions variables. Par ailleurs, les individus aux stades Indifférencié ou Vide sont peu fréquents chez les myes de plus de 45 mm, sauf à Rimouski.

La capacité de produire des gamètes matures (stades D2, D3, Mature, Ponte et Vide) est observé chez les myes de 29-30 mm à H.-Maisons, de 33-34 mm de longueur aux sites Mingan, Cran-Gagnon, Marie-Marthe et Rimouski, de 37-38 mm à P.-Outardes et de 41-42 mm à Malbaie (Figure 10). La taille à la maturité sexuelle est de 29-30 mm à H.-Maisons, de 35-36 mm à Mingan, de 39-40 mm à Cran-Gagnon et Marie-Marthe, de 41-42 mm à Rimouski et Malbaie et de 45-46 mm à P.-Outardes.

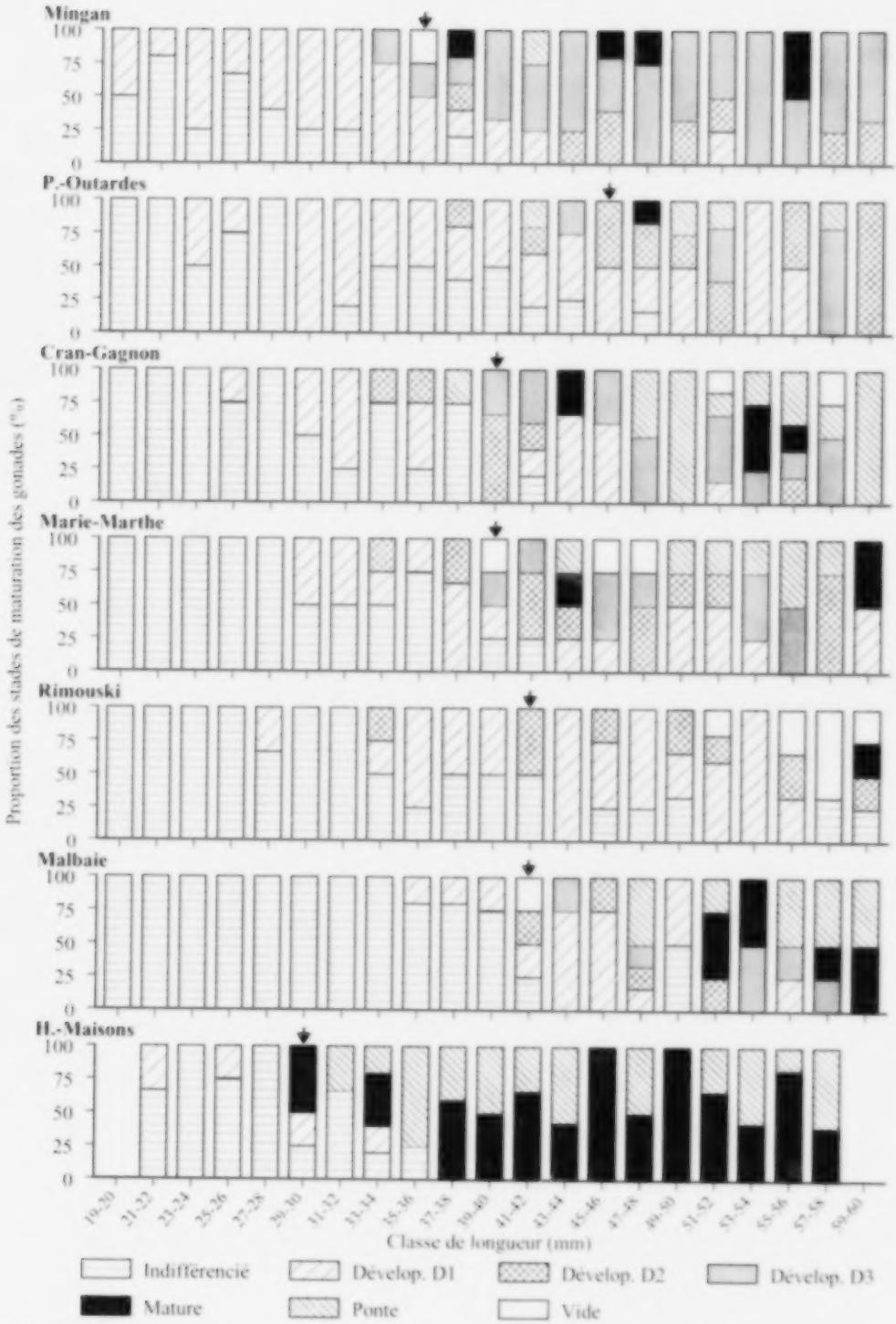

Figure 10. Stade de maturation des gonades en fonction de la taille des myes communes (*Mya arenaria*) recueillies du 24 au 31 mai 2005 dans le bas de l'estran aux différents sites expérimentaux. La flèche identifie la taille à la maturité sexuelle.

Étant donné le nombre restreint d'individus analysés par classe de tailles, il est difficile de déterminer la taille à la maturité par sexe. Les données disponibles suggèrent toutefois que la taille à la maturité sexuelle des femelles serait inférieure de quelques millimètres à celle des mâles.

La taille à la maturité sexuelle semble influencée par le niveau altimétrique où se retrouvent les myes. Elle est plus petite dans le haut que dans le bas de l'estran aux deux sites étudiés (Figure 11). À P.-Outardes et Cran-Gagnon, la taille à la maturité est respectivement de 37-38 mm et 31-32 mm pour le haut de l'estran, comparativement à 45-46 mm et 39-40 mm pour le bas. La taille des premiers individus pouvant produire des gamètes matures (stades D2, D3, Mature, Ponte et Vide) est légèrement plus petite dans le haut que dans le bas de l'estran.

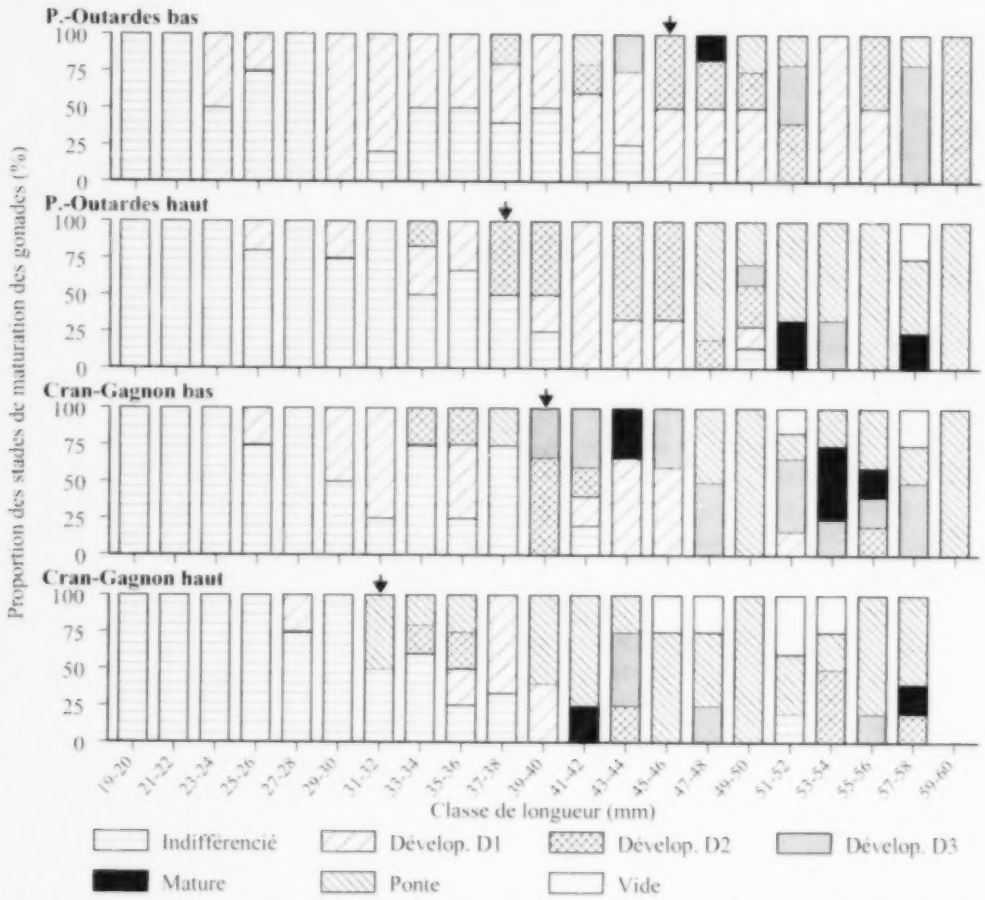

Figure 11. Stade de maturation des gonades en fonction de la taille des myes communes (*Mya arenaria*) recueillies les 24 et 25 mai 2005, selon le niveau altimétrique à deux sites expérimentaux. La flèche identifie la taille à la maturité sexuelle.

3.4 INDICES MORPHOMÉTRIQUES

L'indice gonadosomatique a été suivi sur une période de six mois en 2006 au site Cran-Gagnon (Figure 12). Les valeurs minimales de cet indice, 27,1 et 24,8 %, ont été observées dans les premières semaines de juin et à la mi-août respectivement. Les valeurs maximales de 37,7 et 38,0 % ont été atteintes à la fin juillet et au début août. L'apparence des gonades a varié de laiteuse marbrée de zones brunâtres translucides à translucide et flasque tout au long de l'échantillonnage.

L'indice de condition est un bon indicateur de l'état physiologique des individus. Pour des individus de même taille, un indice de condition élevé sous-entend que les individus ont un poids somatique plus élevé et donc en meilleure forme physiologique. Toutes variables affectant l'état de l'individu, comme la maladie, aussi bien que les conditions environnementales du milieu peuvent affecter cet indice. Cet indice varie aussi en fonction du degré de maturation des gonades, puisque le poids des gonades est inclus dans le calcul de l'indice. L'indice de condition mesuré en 2006 à Cran-Gagnon varie sensiblement de la même façon que l'indice gonadosomatique. La différence majeure se situe au début juin où l'indice de condition est sur une pente montante tandis que l'indice gonadosomatique est sur une pente descendante. Des valeurs de plus de 3,4 % ont été atteintes au début juin, à la fin juillet et à la mi-septembre. Des valeurs de moins de 2,9 % ont été observées à la mi-juin et vers la fin août.

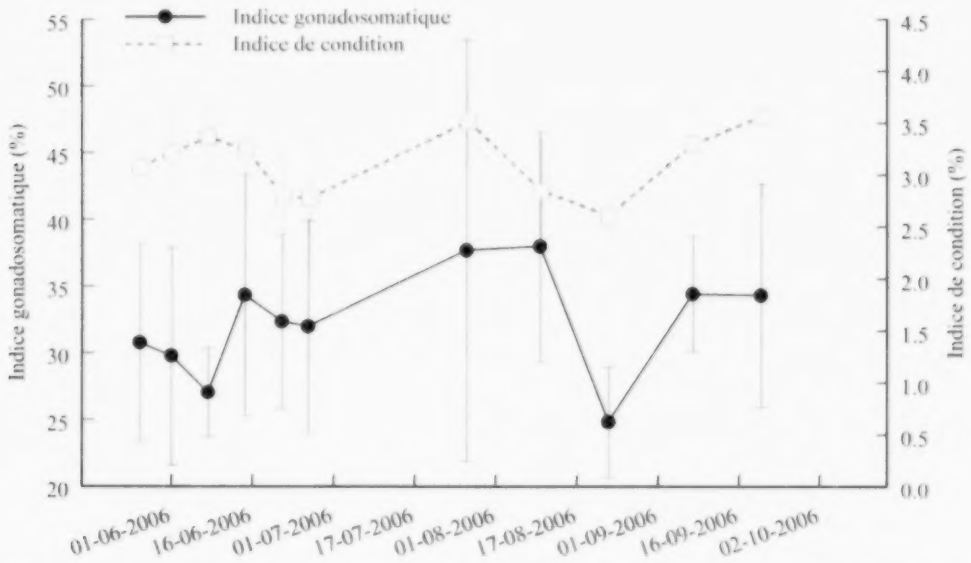

Figure 12. Indice gonadosomatique (± écart-type) et indice de condition (± écart-type) chez la mye commune (*Mya arenaria*) au site Cran-Gagnon en 2006.

4 DISCUSSION

4.1 Reproduction

Le rapport des sexes est équilibré pour la majorité des myes des sites échantillonnés, sauf à Mingan et Mitis où il est en faveur des femelles. Il y a aussi un équilibre des sexes entre les niveaux altimétriques aux deux sites étudiés. Généralement, les sex-ratios cités dans la littérature pour différentes populations de mye, du Québec ou d'ailleurs dans le monde, se rapprochent du 1 : 1 (Ropes 1982, Rosenblum et Niesen 1985, Brousseau 1978, Roseberry *et al.* 1991, Blaise *et al.* 1999). Appeldoorn (1984), pour sa part, rapporte qu'il y a un léger biais en faveur des femelles pour plusieurs populations de mye de la côte est américaine (moyenne de 0,9 : 1). Siah *et al.* (2003) ont observé un sex-ratio similaire à proximité de la rivière des Trois Pistoles (1,1 : 1), à l'anse à l'Orignal (1 : 1), à Rimouski (0,9 : 1) ainsi que dans la baie des Capucins (1 : 1), tous situés sur la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent. Roseberry (1988) a également observé que les sex-ratios étaient semblables et équilibrés en haut et en bas de l'estran à l'anse à l'Orignal. Par contre, Gagné *et al.* (2003) mentionnent que les mâles peuvent devenir dominants en nombre (1,7 : 1) sur des sites contaminés par des composés organostanniques (ex. TBT) comme à proximité du quai achalandé de Baie-Sainte-Catherine situé sur la rive nord de l'estuaire du Saint-Laurent.

Seulement 4 cas d'hermaphrodisme ont été observés sur les sites échantillonnés, soit environ 0,1 % des 3 420 myes analysées. Ces quelques cas provenaient de Mingan (0,49 % de prévalence) et de P.-Boisvert (0,40 %), deux gisements de la Côte-Nord situés en milieu exposé. Ce niveau de prévalence est similaire à celui noté dans la littérature. Coe et Turner (1938) ont observé 3 cas sur 1 000 myes analysées. Ropes (1982), qui a compilé les résultats de plusieurs auteurs, conclut que l'hermaphrodisme est très rare chez la mye et ne touche que 0,35 % des individus. Par ailleurs, plusieurs auteurs n'ont pas observé de cas d'hermaphrodisme chez la mye (Shaw 1964 et 1965, Brousseau 1978, Roseblum et Niesen 1985, Roseberry *et al.* 1991).

Les résultats des échantillonnages de 2002 et 2003 montrent une maturation rapide des gonades tôt au printemps, celles-ci contenant des gamètes matures généralement de la fin mai à la fin juin, et une période de ponte d'une durée de cinq à sept semaines entre juin et juillet. Selon le site et l'année, la période de ponte est plus ou moins synchrone et peut regrouper quelques pontes partielles. À la fin de l'été et à l'automne, les gonades sont aux stades Indifférencié et Développement, mais ce scénario varie légèrement à certains sites. À Mingan, le site situé le plus au nord et à l'est, la ponte semble commencer plus tard en juin et se poursuivre jusqu'en août. À la limite sud de l'aire d'échantillonnage, soit à H.-Maisons aux Îles-de-la-Madeleine, le stade Mature est présent surtout en mai et juin et la ponte s'étale de juin à août et même jusqu'au début septembre. Coe et Turner (1938) et Brousseau (1978) mentionnent que chez la mye, le phénomène d'étalement de la ponte serait le fait de plusieurs pontes partielles pour un individu plutôt que d'une ponte unique, mais asynchrone entre les individus.

Les résultats du suivi de la reproduction suggèrent l'existence d'un gradient du sud vers le nord dans l'apparition des premiers individus en ponte, ce phénomène étant plus marqué chez les mâles. Selon la littérature, le patron de la reproduction est étroitement lié à la disponibilité des nutriments et à la température de l'eau du milieu ambiant (Brousseau 1978, Newell et Hidu 1986, Roseberry *et al.* 1991, Siah *et al.* 2002). Van der Veer et Alunno-Bruscia (2006) ont démontré, à l'aide d'un modèle mathématique (Dynamic Energy Budgets), que la nourriture est une variable

limitante chez plusieurs espèces de bivalves, dont la mye. Vincent *et al.* (1989) mentionnent également que la nourriture serait limitante dans les deux tiers supérieurs de l'estran pour la population de *M. balthica*. La quantité de nourriture ingérée affecte probablement plus la fécondité des individus en agissant sur la quantité de gamètes produits et le taux de croissance, tandis que la température joue principalement sur la période de maturation des gonades et le moment de la ponte. Bayne (1976) postule pour sa part que l'allocation de l'énergie ingérée ainsi que le cycle annuel de la gamétogenèse seraient synchronisés par plusieurs variables environnementales. Selon Rosenblum et Niesen (1985) et Newell et Hidu (1986), la température influence le déclenchement de la maturation des gonades et la ponte. Brousseau (1978) a observé que des températures plus chaudes peuvent activer la reprise de la gamétogenèse plus tôt au printemps. Roseberry (1988) et Roseberry *et al.* (1991) ont observé à l'anse à l'Orignal, des températures de l'eau supérieures à 7 °C dès la mi-mai et des myes en ponte dès le 2 juin. Ces auteurs ont, de plus, observé que la maturation des gonades était synchrone à deux niveaux altimétriques différents. Un tel synchronisme sous-entend que les facteurs influençant la maturation des gonades et la ponte seraient indépendants du niveau altimétrique. Parmi ces facteurs, la température est souvent mentionnée. Bayne (1965 et 1976) considère que la température minimale requise pour déclencher la libération des gamètes chez plusieurs invertébrés d'eau froide est de 7 °C. Belzile (1984) mentionne que l'arrivée massive des larves de bivalves (incluant la mye) dans le plancton du secteur de Saint-Fabien-sur-Mer (rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent) au début juin coïncide effectivement avec une brusque augmentation de la température de l'eau alors que la concentration en chlorophylle α demeure faible. D'autre part, MacLean (2003) mentionne que la température a un effet marqué sur la ponte, mais que ce n'est toutefois pas le seul facteur en jeu.

La température de l'eau aux sites expérimentaux, quoique faible au début du printemps, augmente rapidement durant la saison chaude pour atteindre des valeurs maximales en juillet et août, puis diminue graduellement jusqu'à la fin de l'automne (Figure 4 et Annexe 3). Les valeurs maximales étaient inférieures à Mingan, intermédiaires en Haute-Côte-Nord, légèrement plus élevées au Bas-Saint-Laurent et vraiment plus chaudes en Gaspésie et aux Îles-de-la-Madeleine. L'atteinte du seuil de 7 °C semble suivre un gradient du sud vers le nord pour les sites échantillonnés. Cette température est observée dans la première moitié de mai aux Îles-de-la-Madeleine et seulement à la mi-juin à Mingan. Aux autres sites, cette température est atteinte quelque part au mois de mai ou au plus tard au début juin. Le gradient observé dans le déclenchement de la ponte chez les mâles, soit vers la fin mai à Malbaie, Port-Daniel et H.-Maisons, mi-juin à P.-Boisvert et Mitis et début juillet à Mingan semble suivre le même gradient que celui correspondant à l'atteinte du seuil de 7 °C.

Il semble y avoir un lien entre le patron du cycle reproducteur et la localisation géographique des populations de mye. La littérature fait mention d'une ou deux périodes de ponte par année chez la mye, selon leur localisation géographique (Tableau 7). MacLean (2003), qui a étudié la reproduction à trois sites de l'Île-du-Prince-Édouard, a observé des myes au stade Mature en mai et juin et au stade Ponte en juillet et août. Brousseau (1978), en étudiant une population de mye au Massachusetts, a observé des gonades au stade Mature de mars à septembre et deux périodes de ponte, une première en mars-avril et une seconde en juin-juillet. Pour différentes populations de mye de la côte du Maine, la gamétogenèse débute à la fin de l'hiver ou tôt au printemps, les gonades sont matures en mai ou en juin et la ponte s'étend de juin à la fin août selon le site (Ropes et Stickney 1965). Plus au sud, sur la côte du Maryland, Shaw (1964 et 1965) observe des gonades matures en septembre et une ponte en septembre et octobre, mais aucune ponte au

printemps. Newell et Hidu (1986) mentionnent qu'il n'y a qu'une seule ponte chez les myes échantillonnées au nord de Cape Cod, mais deux pontes annuelles au sud de Cape Cod. Enfin, Rosenblum et Niesen (1985) mentionnent, pour la baie de San Francisco, que la majorité des myes sont au stade Mature de mars à mai et au stade Ponte d'avril à juin. Appeldoorn (1995) observe un lien entre la latitude des sites étudiés et différents paramètres du cycle biologique de populations de mye ; la croissance étant plus rapide, la durée de vie plus courte et présence de deux périodes de ponte annuelles chez les populations situées plus au sud.

Tableau 7. Période d'observation des stades Mature et Ponte de la maturation des gonades chez la mye commune (*Mya arenaria*) à différents sites d'Amérique du Nord.

Auteur	Site	Stade Mature	Stade Ponte
	Québec		
Brulotte et Giguère (2007) [1]	Mingan	mai et juin	juillet à septembre
Brulotte et Giguère (2007) [1]	Pointe à Boisvert	mai et juin	juin et juillet
Gauthier-Clerc *et al.* (2002)	Moulin à Baude	1 : mai et juin 2 : septembre et octobre	juin et juillet
Gauthier-Clerc *et al.* (2002)	Fjord du Saguenay	mai et juin	juillet
Siah *et al.* (2003)	Capucins	octobre et novembre	juillet et août
Gauthier-Clerc *et al.* (2006)	Métis Beach	mai et juin	mai à juillet
Brulotte et Giguère (2007) [1]	Mitis	mai et juin	juin et juillet
Siah *et al.* (2003)	Rimouski	aucune [2]	aucune [2]
Siah *et al.* (2002 et 2003)	Anse à l'Orignal	1 : juillet et août 2 : octobre et novembre	juillet et août
Roseberry *et al.* (1991)	Anse à l'Orignal	1 : mai à juin 2 : septembre	1 : juin-juillet
Siah *et al.* (2003)	Riv. des Trois Pistoles	juillet à septembre	juillet et août
Brulotte et Giguère (2007) [1]	Barachois Malbaie	juin	juin et juillet
Brulotte et Giguère (2007) [1]	Port-Daniel	mai et juin	juin et juillet
Brulotte et Giguère (2007) [1]	Havre-aux-Maisons	mai et juin	juin à septembre
	Canada et USA		
MacLean (2003)	Île-du-Prince-Édouard	mai et juin	juillet et août
Brousseau (1978)	Massachusetts	mars à septembre	1 : mars et avril 2 : juin et juillet
Ropes et Stickney (1965)	Maine	mai ou juin	juin à août
Shaw (1964 et 1965)	Maryland	septembre	septembre et octobre
Rosenblum et Niesen (1985)	baie de San Francisco	mars à mai	avril à juin

[1] = présente étude
[2] = site contaminé et aucune mye observée au stade Mature ou Ponte de juillet à novembre

Quelques auteurs cités précédemment ont également observé une certaine variabilité du cycle reproducteur de la mye à de petites échelles. Une telle variabilité a été observée au Québec, principalement sur la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent. Siah *et al.* (2002 et 2003) concluent à deux périodes de maturation des gonades pour les myes du secteur de l'anse à l'Orignal en

1998, soit juillet - août et octobre - novembre avec des individus en ponte en juillet et août. Pour ce même secteur, Roseberry *et al.* (1991) ont également observé des myes au stade Mature en mai, à la fin de l'été et à l'automne, mais une seule période de ponte en juin et juillet. Les résultats de travaux réalisés dans le même secteur de l'estuaire du Saint-Laurent (Saint-Fabien-sur-Mer) en 1981 montrent une augmentation massive des larves de mye en juin et juillet par rapport au reste de la saison (Belzile 1984). D'autre part, Gauthier-Clerc *et al.* (2006), qui ont suivi le cycle reproducteur de la mye à Métis Beach au Bas-Saint-Laurent, ont observé des myes au stade Mature en mai et juin, une ponte de mai à juillet et des individus dont la maturation des gonades était peu avancée à l'automne. Siah *et al.* (2003) ont comparé les sites rivière des Trois Pistoles, anse à l'Orignal, Rimouski et Capucins de juillet à novembre 1998 et ont observé des myes au stade Mature de juillet à septembre à l'anse à l'Orignal et rivière des Trois Pistoles et en octobre et novembre à l'anse à l'Orignal et Capucins et quelques individus à rivière des Trois Pistoles. Ces auteurs ont observé le stade Ponte principalement en juillet et août à tous les sites, sauf à Rimouski où aucune mye aux stades Mature ou Ponte n'a été observée. Les auteurs cités précédemment concluent que les différences notables du cycle de maturation des gonades au site Rimouski (situé à proximité d'un quai) seraient causées par la contamination du site par des composés organostanniques.

Les résultats des travaux de Gauthier-Clerc *et al.* (2002), effectués à différents sites (contaminés et non contaminés) le long du fjord du Saguenay et à proximité de l'embouchure de la rivière Saguenay indiquent qu'aux sites contaminés, la maturité des gonades est atteinte en mai et juin et la ponte a lieu en juillet comparativement à un site non contaminé où des myes au stade Mature sont observées à deux moments, mai - juin et septembre - octobre, avec une ponte en juin et juillet. Ces auteurs concluent que les conditions nutritives limitantes des sites contaminés causent un disfonctionnement dans le processus de la production de vitellogenine, ce qui a pour effet que la période de ponte n'est qu'annuelle et de courte durée dans un tel environnement.

Sauf quelques exceptions, les myes au stade Mature sont majoritairement présentes durant les mois de mai et juin au Québec avec une seule période de ponte de juin à juillet, mais avec parfois quelques débordements jusqu'en septembre. Les quelques exceptions touchent des sites contaminés. Des variations annuelles des conditions environnementales peuvent influencer ce patron général et faire en sorte que l'apparition des gamètes matures et la ponte se produisent un peu plus tôt ou plus tard selon les années.

4.2 Taille à la maturité sexuelle

Les échantillons de myes recueillis en 2005 à différents sites de la Côte-Nord, du Bas-Saint-Laurent, de la Gaspésie et des Îles-de-la-Madeleine indiquent qu'à la fin mai, la ponte était déjà commencée et parfois même terminée, sauf aux Îles-de-la-Madeleine (Figures 10 et 11). À cette période, les myes au stade D2 (Développement) sont possiblement des individus ayant déjà pondu.

La majorité des myes de 28 mm et moins sont au stade Indifférencié et de sexe indéterminé, le reste des individus de cette classe de tailles étant au début du stade Développement (D1). Les plus petites myes sexuellement matures (29-30 mm) ont été observées aux Îles-de-la-Madeleine. Aux autres sites, les premiers individus matures sexuellement apparaissent à des tailles de 33-34 mm, à l'exception de P.-Outardes où celles-ci mesurent 37-38 mm. Par ailleurs, la taille à la maturité sexuelle chez les myes varie entre 29 et 46 mm selon le site échantillonné. Les valeurs

extrêmes se retrouvent aux sites H.-Maisons (29-30 mm) et P.-Outardes (45-46 mm). Pour les autres sites, la taille à la maturité sexuelle fluctue de 37-38 mm à 41-42 mm.

Selon Brousseau (1978) et Rosenblum et Niesen (1985), il est difficile de déterminer le sexe des myes de moins de 25 mm de longueur, car il y a peu ou pas de gamétogenèse chez ces individus. À des tailles supérieures à 25 mm, ces auteurs observent une hétérogénéité au niveau des stades de maturation des gonades. Par ailleurs, Brousseau (1978) ajoute que même si le sexe des femelles de moins de 40 mm recueillies dans la région du Cape Ann au Massachusetts est identifiable, celles-ci ne sont jamais matures sexuellement. Brousseau et Baglivo (1988) mentionnent, pour leur part, que les plus petites femelles matures sexuellement récoltées à deux sites à Long Island avaient une taille de 27 et 34 mm et étaient âgées de 1 an. Coe et Tuner (1938), quant à eux, estiment l'âge à la maturité sexuelle entre 4 mois (environ 20 mm) et 2 ans pour des myes provenant d'une petite baie du Connecticut.

À Cran-Gagnon et à P.-Outardes en 2005, la taille à la maturité sexuelle varie selon le niveau altimétrique, elle est plus petite (8 mm de moins) dans le haut de l'estran que dans le bas. Roseberry *et al.* (1991) ont remarqué que pour des myes de même longueur (mais pas nécessairement de même âge), provenant de Saint-Fabien-sur-Mer, il n'y avait pas de différence de fécondité entre les niveaux altimétriques. Toutefois pour un même âge (mais pas nécessairement de même longueur), les individus du bas de l'estran avaient une fécondité plus grande. Harvey et Vincent (1989) n'observent pas de différence de la taille à la maturité sexuelle entre deux niveaux altimétriques de l'estran chez *M. balthica* provenant d'un secteur situé près du Bic (rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent). Ces auteurs précisent cependant que les individus de cette espèce sont sexuellement matures plus tôt (en âge) au bas de l'estran puisque le taux de croissance y est plus élevé. Les conclusions de Roseberry *et al.* (1991) abondent dans le même sens lorsqu'ils mentionnent que, chez les myes sexuellement immatures, l'énergie alimentaire disponible dans le milieu est généralement suffisante pour maintenir le même taux de croissance peu importe le niveau altimétrique. Lorsque la maturité sexuelle est atteinte, une plus longue période d'alimentation permet un investissement plus important dans la croissance des gonades. Bourassa (1991) a observé chez la mye que le taux de filtration était plus élevé dans le haut que dans le bas de l'estran ; ce qu'il l'amène à conclure que même si les myes du haut de l'estran ont une plus grande capacité de filtration elles ne réussissent pas à compenser pour le fait qu'elles sont immergées moins longtemps. La littérature citée précédemment révèle sans ambigüité qu'il y a un lien entre la taille et la maturité sexuelle et que cette relation est affectée par des variables telles que la température, la localisation géographique, etc. De plus, il est probable que l'âge et la longueur aient un effet combiné sur la taille à la maturité sexuelle. Il se pourrait que les myes situées dans le haut de l'estran et qui ont atteint un âge suffisamment avancé soient matures sexuellement, même si leur taille est plus petite que la taille à la maturité observée dans le bas de l'estran.

Il est intéressant de préciser que la structure de taille des myes récoltées à P.-Outardes (Giguère *et al.* 2004) diffère grandement de celle des myes récoltées à H.-Maisons (Brulotte *et al.* 2006). À P.-Outardes, les tailles moyenne, maximale et à la maturité sexuelle des myes sont très élevées par rapport à l'ensemble des sites échantillonnés. À l'inverse, H.-Maisons possède les plus basses valeurs des sites étudiés. Par contre, Appeldoorn (1995), qui a étudié le cycle biologique chez 25 populations de mye situées sur la côte est américaine entre la Nouvelle-Écosse et Chesapeake Bay, a observé que la taille à la maturité sexuelle était plus élevée chez les populations situées plus au sud. D'autre part, l'atteinte de la taille à la maturité sexuelle joue un

rôle important dans la croissance linéaire et pondérale de la mye. Brousseau (1979) a noté une diminution marquée de la croissance quand la mye devient sexuellement mature. À partir de ce moment, les individus diminuent leur taux de croissance en allouant beaucoup d'énergie à la production de gamètes (Brousseau 1979, Brousseau et Baglivo 1987).

4.3 Indices morphométriques

Le monitorage du cycle reproducteur chez la mye par l'examen de coupes histologiques des gonades étant fastidieux, il s'avère important de développer d'autres méthodes simples et rapides pour ce suivi. À ce titre, l'indice gonadosomatique est très utilisé par les entreprises maricoles pour décider, entre autres, du moment de l'installation des capteurs de naissain, comme c'est le cas pour le pétoncle géant, *Placopecten magellanicus*, aux Îles-de-la-Madeleine (Giguère *et al.* 1995, Cliche et Giguère 1998). MacLean (2003) a testé différents indices morphométriques afin de prédire la ponte (rendement en chair, indice de condition gravimétrique et indice de condition de la coquille), mais elle n'a pas été en mesure d'établir de lien entre ces indices et les stades Mature et Ponte chez la mye.

Une méthode assez répandue pour d'autres espèces de bivalves est l'utilisation de l'indice gonadosomatique comme indicateur du cycle reproducteur, soit le rapport du poids des gonades sur le poids des viscères restants. Un tel indice a été évalué en 2006 pour le suivi de la reproduction chez la mye à Cran-Gagnon. À première vue, il semble difficile de lier cet indice gonadosomatique au cycle reproducteur, tel que décrit pour les myes de P.-Boisvert en Haute-Côte-Nord en 2002-2003. D'après les résultats obtenus à P.-Boisvert, un site localisé près de Cran-Gagnon, les valeurs maximales de l'indice gonadosomatique seraient attendues en mai lorsque les gonades sont principalement au stade Mature et les valeurs minimales vers la fin de l'été à la suite du relâchement des gamètes. La tendance observée à Cran-Gagnon en 2006 ne va pas dans ce sens, puisque ces indices ont varié entre 24,8 et 38,0 %, avec des maxima à la fin juillet et au début d'août. Ces résultats pourraient s'expliquer par le fait que l'échantillonnage aurait débuté trop tard et n'aurait pas permis de voir la valeur maximale tandis que les baisses successives en juin et août seraient le résultat de pontes partielles. L'évaluation visuelle des gonades corrobore ces observations puisque, déjà en mai les gonades n'avaient pas, en apparence, les caractéristiques de gonades matures, soit pleines et laiteuses, mais plutôt un aspect plus ou moins translucide et flasque.

Roseberry (1988), Gauthier-Clerc *et al.* (2002), Gagné *et al.* (2003) et Siah *et al.* (2002 et 2003) ont utilisé l'indice gonadosomatique ou le poids des gonades pour décrire le cycle reproducteur. Toutefois, le lien entre le cycle reproducteur de la mye et l'indice gonadosomatique n'est pas clair. Roseberry (1988) mentionne que le poids des gonades suit assez bien le cycle reproducteur et que c'est au début de mai que leur poids est le plus élevé, lorsque les individus sont majoritairement aux stades Indifférencié et Développement. Cet auteur suppose que, par la suite, la maturation des gonades se poursuit au détriment du poids des viscères. Gauthier-Clerc *et al.* (2002) obtiennent avec des myes de la baie du Moulin à Baude, située près de l'embouchure du Saguenay, un indice minimal de 11 à 12 % en mai, puis des valeurs relativement constantes d'environ 15 % de juin à octobre. Les résultats de Siah *et al.* (2002 et 2003) montrent des indices gonadosomatiques variant de 3 à 9 % de juillet à novembre pour des myes de l'anse à l'Orignal, avec des valeurs maximales ne correspondant pas nécessairement au moment où la majorité des myes sont au stade Mature.

L'étendue des valeurs des indices gonadosomatiques calculées est faible chez la mye par rapport aux valeurs mesurées chez d'autres espèces comme *P. magellanicus*, où cet indice varie de 45 % lorsque les gonades sont pleines à près de 5 % après à la ponte (Giguère *et al.* 1995). Il est possible que l'étendue des valeurs soit également élevée chez la mye, mais que le degré de résolution de la technique utilisée en 2005 n'a pas permis de faire ressortir ce fait. Pour faciliter les manipulations, la gonade a été pesée avec le pied et le stylet, ce qui a pu avoir pour effet d'atténuer l'étendue des variations de l'indice. De plus, comme après cinq minutes d'égouttement il restait encore beaucoup d'eau dans les gonades, principalement après la ponte, ceci a probablement eu pour conséquence de masquer la chute de l'indice.

Le poids somatique humide (viscères incluant les gonades) a été utilisé à quelques reprises pour le calcul de l'indice de condition chez la mye (Blaise *et al.* 1999, Gauthier-Clerc *et al.* 2002, Gagné *et al.* 2003). Mark *et al.* (2003) mentionnent que l'indice de condition permet une bonne évaluation de la condition écophysiologique, énergétique et nutritionnelle des bivalves. Ils précisent que cet indice dépend de la taille, d'où l'importance de comparer les divers sites à partir de spécimens de taille similaire. Les valeurs obtenues à Cran-Gagnon en 2006 pour des myes de 51 à 70 mm varient de 2,6 à 3,6 %. L'indice de condition suit assez bien l'indice gonadosomatique mesuré sur les mêmes individus, avec des valeurs maximales au début juin, à la fin juillet et à la fin septembre. Gauthier-Clerc *et al.* (2002) ont obtenu des valeurs de 4,5 à 6,8 % (maximum en octobre) pour des myes de la baie du Moulin à Baude, comparativement à environ 3,5 % à 2 sites situés dans le fjord du Saguenay. Ces auteurs concluent que les myes de la baie du Moulin à Baude étaient en meilleure condition que celles provenant du fjord. Selon cette interprétation, il faudrait présumer que les myes récoltées à Cran-Gagnon étaient en piètre condition en 2006. Malgré tout, il est probable que l'utilisation d'un poids somatique sec (sans les cendres), comme le préconise Mark *et al.* (2003) et Hawkins et Rowell (1987) serait préférable pour le calcul de l'indice de condition. De plus, Lambert et Dutil (1997) utilisent chez les poissons le poids somatique, mais sans les gonades et sans l'estomac pour s'assurer que l'indice de condition mesuré ne tienne pas compte de l'intensité de l'alimentation ni du stade de maturation des gonades.

5 CONCLUSION

Les informations recueillies de 2002 à 2006 sur la reproduction et la taille à la maturité sexuelle de la mye augmentent de façon appréciable notre connaissance de la biologie de la reproduction pour l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent. Ces résultats aideront l'industrie et les gestionnaires à gérer la ressource sauvage en leur permettant de statuer sur la période et les niveaux de récolte ou de production soutenable et à assurer le développement de la myiculture par une meilleure connaissance de la variabilité de la taille à la maturité et la durée du cycle de production. Comme il a été mentionné précédemment, il y a une certaine variabilité du cycle annuel reproducteur au Québec. Cette variabilité peut s'expliquer entre autres, par des fluctuations spatiales et temporelles des variables abiotiques et biotiques. Ces fluctuations affectent l'allocation de l'énergie disponible pour les différents besoins (métabolisme de base, croissance pondérale, gamétogenèse, etc.). Malgré cette variabilité, il appert que les gamètes sont matures au printemps et que la ponte a lieu principalement en juin et juillet et s'étend sur une période de cinq à sept semaines. Il semble y avoir un gradient du sud vers le nord du déclenchement de la ponte, celle-ci débutant plus tôt aux Îles-de-la-Madeleine et plus tardivement à Mingan. Ce phénomène est probablement associé à la température de l'eau. La taille à la maturité sexuelle varie entre 29-

30 mm à 45-46 mm selon le site et elle est plus petite dans le haut de l'estran que dans le bas. Le lien entre la taille, l'âge et la maturité sexuelle n'est pas claire, il serait intéressant de vérifier les liens qui les unissent. La relation entre le cycle reproducteur de la mye et l'indice gonadosomatique est imprécise, possiblement due à une période d'échantillonnage restreinte et à la faible résolution de la méthodologie utilisée. Toutefois, comme cet indice gonadosomatique est relativement facile à obtenir, il serait intéressant de poursuivre l'exercice en allongeant la période d'échantillonnage et en modifiant la technique de préparation des gonades.

6 REMERCIEMENTS

Ces études ont été rendues possibles grâce à la contribution financière du Programme coopératif de recherche et de développement en aquaculture (PCRDA : projets Q-02-01-008, Q-05-01-004 et Q-06-01-001), de la Société de développement de l'industrie maricole (SODIM), du Conseil des Innu de Ekuanitshit, du Comité côtier Les Escoumins à la rivière Betsiamites et de l'Association des cueilleurs de myes de la Haute-Côte-Nord. Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont participé à l'échantillonnage, soit Jean-Louis Barette, Luc Bourassa, Jean-Marie Bélisle, Isabel Calderón, Lise Chevarie, Charley Cyr, André Gagnon, Pierre Kaltenback, Isabelle Lévesque, Claude Lussier, Marie-Karine Maltais, Patrice Pelletier, Lizon Provencher, Marcel Roussy, François Roy, Pierre Sylvestre, Benoit Thomas, Marie-Pierre Turcotte, Bernard Tremblay et Claude Tremblay. Nous remercions également Mélanie Boudreau, Marie-France Dréan, Marie-Claude Marquis et Marie-Hélène Rondeau pour l'analyse des échantillons en laboratoire. Nous remercions Benoit Thomas du Centre aquicole marin de Grande-Rivière et Lise Chevarie du Programme de recherche et de développement de la myiculture aux Îles-de-la-Madeleine pour avoir bien voulu nous fournir leurs données de températures. Finalement, merci aux réviseurs Sonia Belvin, Isabel Calderón et Charley Cyr et à l'éditrice Louise Gendron.

7 RÉFÉRENCES

Appeldoorn, R. S. 1984. Sex ratio in the soft-shell clam, *Mya arenaria*. Nautilus, 98(2) : 61-63.

Appeldoorn, R. S. 1995. Covariation in life-history parameters of soft-shell clams (*Mya arenaria*) along a latitudinal gradient. ICES mar. Sci. Symp. 199 : 19-25.

Bayne, B. L. 1965. Growth and the delay of metamorphosis of the larvae of *Mytilus edulis* (L.). Ophelia, 2 : 1-47.

Bayne, B. L. 1976. Aspects of reproduction in bivalve molluscs. In Estuarine processes. Volume 1. Uses stresses and adaptation to the estuary. *Edited by* M. L. Wiley. Academic Press. p. 432-448.

Belzile, S. 1984. Variations de l'abondance saisonnière des larves planctoniques de mollusques bivalves et de leur distribution verticale dans la colonne d'eau pendant le cycle de marée dans la baie de Saint-Fabien-sur-Mer (estuaire maritime du Saint-Laurent). Thèse (M.Sc.) Université du Québec, Rimouski, xv + 139 p.

Blaise, C., F. Gagné, J. Pellerin et P. D. Hansen. 1999. Determination of vitellogenin-like properties in *Mya arenaria* hemolymph (Saguenay fjord, Canada): A potential biomarker for endocrine disruption. Environ. Toxicol. 14(5): 455-465.

Bourassa, L. 1991. Variations de mesures physiologiques chez *Mya arenaria* (Bivalvia : Mollusca) en zone intertidale, dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent. Thèse (M.Sc.) Université du Québec, Rimouski, x + 85 p.

Brousseau, D. J. 1978. Spawning cycle, fecundity, and recruitment in a population of soft-shell clam, *Mya arenaria*, from Cape Ann, Massachusetts. Fish. Bull. 76 : 155-166.

Brousseau, D. J. 1979. Analysis of growth rate in *Mya arenaria* using the von Bertalanffy equation. Mar. Biol. 51 : 221-227.

Brousseau, D. J. et J. A. Baglivo. 1987. A comparative study of age and growth in *Mya arenaria* (soft-shell clam) from three populations in Long Island sound. J. Shellfish Res. 6 : 17-24.

Brousseau, D. J. et A. Baglivo. 1988. Life tables for two field populations of soft-shell clam, *Mya arenaria* (Mollusca: Pelecypoda), from long Island Sound. Fish. Bull. 86(3) : 567-579.

Brulotte, S. et M. Giguère. 2003. Évaluation d'un gisement de mye commune (*Mya arenaria*) de l'embouchure de la rivière Mingan, Québec. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2511 : xi + 58 p.

Brulotte, S., M. Giguère, S. Brillon et F. Bourque. 2006. Évaluation de cinq gisements de mye commune (*Mya arenaria*) aux Îles-de-la-Madeleine, Québec, de 2000 à 2003. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2640 : xii + 92 p.

Cliche, G. et M. Giguère. 1998. Bilan du programme de recherche sur le pétoncle à des fins d'élevage et de repeuplement (REPERE) de 1990 à 1997. Rapp. can. ind. sci. halieut. aquat. 247 : x + 74p.

Coe, W. R. et H. J. Turner. 1938. Development of the gonads and gametes in the soft-shell clam (*Mya arenaria*). J. Morphol. 62(1) : 91-111.

Commito, J. A. 1982. Effects of *Lunatia heros* predation on the population dynamics of *Mya arenaria* and *Macoma balthica* in Maine, USA. Mar. Biol. 69 : 187-193.

Corbeil, H. W. 1951. Étude écologique sur les mollusques de la baie des Chaleurs. : Bio-écologie de *Mya arenaria* et essai d'acclimation d'*Ostrea virginica* Gmelin. Thèse (Ph.D.) Université Laval, Québec. 112 p.

Emerson, C. W., T. E. Minchinton et J. Grant. 1988. Population structure, biomass, and reproduction of *Mya arenaria* L. on temperate sandflat. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 115 : 99-111.

Gagné, F., C. Blaise, J. Pellerin, M. Douville, S. Gauthier-Clerc et L. Viglino. 2003. Sex alteration in soft-shell clams (*Mya arenaria*) in an intertidal zone of the Saint Lawrence River (Quebec, Canada). Comp. Biochem. Physiol. 134 : 189-198.

Gagné, F., C. Blaise, J. Pellerin, E. Pelletier et J. Strand. 2006. Health status of *Mya arenaria* bivalves collected from contaminated sites in Canada (Saguenay Fjord) and Denmark (Odense Fjord) during their reproductive period. Ecotoxicol. Environ. Saf. 6 (3) : 348-361.

Gauthier-Clerc, S., J. Pellerin, C. Blaise et F. Gagné. 2002. Delayed gametogenesis of *Mya arenaria* in the Saguenay fjord (Canada): a consequence of endocrine disruptors? Comp. Biochem. Physiol. Part C. 131 : 457-467.

Gauthier-Clerc, S., J. Pellerin et J. C. Amiard. 2006. Estradiol-17β and testosterone concentrations in male and female *Mya arenaria* (Mollusca bivalvia) during the reproductive cycle. Gen. Comp. Endocrinol. 145 (2) : 133-139.

Giguère, M., S. Brulotte et D. Leblanc. 2004. Aperçu de l'exploitation de la mye commune (*Mya arenaria*) entre la rivière Betsiamites et Baie-Trinité, Côte-Nord, Québec. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2539 : viii + 31 p.

Giguère, M., S. Brulotte, N. Paille et J. Fortin. 2005. Mise à jour des connaissances sur la biologie et l'exploitation de la mactre de l'Atlantique (*Spisula solidissima*) aux Îles-de-la-Madeleine. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2587 : ix + 32 p.

Giguère, M., G. Cliche et S. Brulotte. 1995. Synthèse des travaux réalisés entre 1986 et 1994 sur le captage du naissain de pétoncles aux Îles-de-la-Madeleine. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2061 : xii + 71 p.

Günther, C.-P. 1992. Settlement and recruitment of *Mya arenaria* L. in the Wadden Sea. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 159 : 203-215.

Harvey, M. et B. Vincent. 1989. Spatial and temporal variations of the reproduction cycle and energy allocation of the bivalve *Macoma balthica* (L.) on a tidal flat. J. Exp. Biol. Ecol. 129 : 199-217.

Hawkins, C. M. et T. W. Rowell. 1987. The importance of cleansing in the calculation of condition index in the soft-shell clam, *Mya arenaria* (L.). J. Shellfish Res. 6(2) : 85-88.

Lambert, Y. et J.-D. Dutil. 1997. Can simple condition indices be used to monitor and quantify seasonal changes in the energy reserves of Atlantic cod (*Gadus marhua*)? Can. J. Fish. Aquat. Sci. 54 (suppl. 1) : 104-112.

MacLean, L. A. 2003. Reproductive cycle, spawning and early growth of soft shell clams (*Mya arenaria*) on Prince Edward Island. Thèse (M.Sc.) Université de Prince Edward Island, Île-du-Prince-Édouard, xiii + 144 p.

Mark, S., L. Provencher et J. Munro. 2003. Approche pour l'évaluation et le suivi de la santé de l'écosystème, avec application à la communauté à *Mya – Macoma*. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2491 : ix + 85 p.

Maximovich, N. V. et A. V. Guerassimova. 2003. Life history characteristics of the clam *Mya arenaria* in the White Sea. Helgol. Mar. Res. 57 (2) : 91-99.

Newell, C. R. et H. Hidu. 1986. Species profiles: Life histories and environmental requirements of coastal fishes and invertebrates (North Atlantic) - Softshell clam. U.S. Fish Wildl. Serv. Biol. Rep. 82(11.53) : vi + 17 p.

Ropes, J. W. 1982. Hermaphroditism, sexuality and sex ratio in the surf clam, *Spisula solidissima* and the soft-shell clam, *Mya arenaria*. Nautilus 96(4) : 141-146.

Ropes, J. W. et A. P. Stickney. 1965. Reproductive cycle of *Mya arenaria* in New England. Biol. Bull. 128 : 315-327.

Roseberry, L. 1988. Étude de la croissance et de la reproduction chez *Mya arenaria* (Bivalva: Mollusca) dans la zone intertidale de l'estuaire du Saint-Laurent. Thèse (M.Sc.) Université du Québec, Rimouski, xvi + 117 p.

Roseberry, L., B. Vincent et C. Lemaire. 1991. Croissance et reproduction de *Mya arenaria* dans la zone intertidale de l'estuaire du Saint-Laurent. Can. J. Zool. 69 : 724-732.

Rosenblum, S. E. et T. M. Niesen. 1985. The spawning cycle of soft-shell clam, *Mya arenaria*, in San Francisco Bay. Fish. Bull. 83(3) : 403-412.

Roy, I., M. Giguère, S. Brulotte et M. Gagnon. 2003. Évaluation de douze gisements de mye commune (*Mya arenaria*) du sud de la Gaspésie. Rapp. tech can. sci. halieut. aquat. 2469 : xvi + 140 p.

Scherrer, B. 1984. Biostatistique. Gaëtan Morin éditeur, Québec, 850 p.

Siah, A., J. Pellerin, A. Benosman, J.-P. Gagné et J.-C. Amiard. 2002. Seasonal gonad progesterone pattern in the soft-shell clam *Mya arenaria*. Comp. Biochem. Physiol. 132 : 499-511.

Siah, A., J. Pellerin, J.-C. Amiard, E. Pelletier et L. Viglino. 2003. Delayed gametogenesis and progesterone levels in soft-shell clams (*Mya arenaria*) in relation to in situ contamination to organotins and heavy metals in the St. Lawrence River (Canada). Comp. Biochem. Physiol. 135 : 145-156.

Shaw, W. N. 1964. Seasonal gonadal changes in the female soft-shell clam, *Mya arenaria*, in the Tred Avon River, Maryland. Proc. Natl. Shellfish Ass. 53 : 121-132.

Shaw, W. N. 1965. Seasonal gonadal cycle of the male soft-shell clam, *Mya arenaria*, in Maryland. U.S. Fish Wildl. Serv.. Spec. Sci. Rep. Fish. 508 : 5 p.

Stickney, A. P. 1963. Histology of the reproductive system of the soft-shell clam (*Mya arenaria*). Biol. Bull. 125 (2) : 344-351.

Tremblay, R. 1992. Caractérisation de certains processus nutritionnels à différentes échelles temporelles chez deux bivalves vivant en zone intertidale dans l'estuaire du Saint-Laurent. Thèse (M.Sc.) Université du Québec, Rimouski, 94 p.

Van der Veer, H. W. et M. Alunno-Bruscia. 2006. The DEBIB project: Dynamic energy budgets en bivalves. J. Sea Res. 56 : 81-84.

Vézina, B. P. 1980. Étude de la mye commune (*Mya arenaria*) au parc national de Kouchibougouac. Université de Moncton, Nouveau-Brunswick. Contrat # 79-003, 186 p.

Vincent, B., G. Desrosiers et Y. Gratton. 1988. Orientation of the infaunal bivalve *Mya arenaria* L. in relation to local current direction on a tidal flat. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 124 : 205-214.

Vincent, B., D. Joly et C. Brassard. 1989. Effets de la densité sur la croissance du bivalve *Macoma balthica* (L.) en zone intertidale. J. Exp. Biol. Ecol. 126 : 145-162.

Winther, U. et J. S. Gray. 1985. The biology of *Mya arenaria* (bivalvia) in the eutrophic inner oslofjord. Sarsia, 70 : 1-9.

Annexe 1. Nombre de myes communes (*Mya arenaria*) recueillies par stade de maturation des gonades et sexe (F = femelle, M = mâle) pour le suivi de la reproduction aux différents sites expérimentaux en 2002 et 2003.

Site	Sexe	Stade de maturation des gonades					Total
		I	D	M	P	V	
Mingan	F	6	93	35	67	2	203
	M	9	79	45	65	4	202
	Total	**15**	**173**	**81**	**132**	**6**	**407**
P.-Boisvert	F	6	130	37	108		281
	M	12	94	33	70	2	211
	Total	**18**	**224**	**71**	**179**	**2**	**494**
Mitis	F	25	146	6	86	7	270
	M	27	86	26	70	7	216
	Total	**52**	**232**	**32**	**156**	**14**	**486**
Malbaie	F	8	131	17	85		241
	M	33	108	40	64	2	247
	Total	**41**	**239**	**57**	**149**	**2**	**488**
Port-Daniel	F	22	32	20	99	11	184
	M	11	25	48	65	25	174
	Total	**33**	**57**	**68**	**164**	**36**	**358**
H-Maisons	F	15	79	27	120	9	250
	M	26	70	42	69	9	216
	Total	**41**	**149**	**69**	**189**	**18**	**466**

Annexe 2. Liste des structures des gonades utilisées pour la description des stades de maturation de la mye commune (*Mya arenaria*).

Tous les sexes	Femelle	Mâle
Espace interfolliculaire	Ovogonie et ovocyte primaire*	Spermatogonie*
Lumière folliculaire	Ovocyte	Spermatocyte
Cellule folliculaire	Ovocyte mature	Spermatide
Membrane basale*	Ovocyte en lyse*	Spermatozoïde
Cellule phagocytaire*		

* Ces constituants ont été regroupés sous « autres » dans les figures.

Annexe 3. Températures (°C) moyenne (de juin à août) et maximale et période où les températures sont supérieures à 7, 10 et 15 °C aux différents sites expérimentaux en 2002, 2003, 2005 et 2006.

Variable	2002	2003	2005	2006
Mingan				
moyenne (juin à août)	8,6	7,3	6,7	
maximale	13,7	15,3	12,3	
7 °C et plus	? à fin-08 [1]	d-07 à fin-08	mi-06 à d-10	
10 °C et plus	d-07 à mi-08	mi-07 à mi-08	quelques jours	
15 °C et plus	aucune	quelques jours	aucune	
P.-Outardes				
moyenne (juin à août)				11,5
maximale				16,0
7 °C et plus				d-05 à d-10
10 °C et plus				fin-05 à d-09
15 °C et plus				quelques jours
Cran-Gagnon				
moyenne (juin à août)			10.5	11,5
maximale			16.9	17,1
7 °C et plus			? à fin-09	d-05 à d-10
10 °C et plus			d-06 à d-09	d-06 à d-09
15 °C et plus			quelques jours	quelques jours
P.-Boisvert				
moyenne (juin à août)		9,6		
maximale		14,5		
7 °C et plus		fin-05 à d-09		
10 °C et plus		fin-06 à mi-08		
15 °C et plus		aucune		
Rimouski				
moyenne (juin à août)				13,1
maximale				16,5
7 °C et plus				d-05 à ?
10 °C et plus				d-06 à mi-09
15 °C et plus				quelques jours
Mitis				
moyenne (juin à août)		12,8		
maximale	18,7	17,3		
7 °C et plus	? à d-10	mi-05 à fin-09		
10 °C et plus	? à d-10	mi-06 à fin-09		
15 °C et plus	quelques jours	fin-06 à mi-07		

Annexe 3. (suite).

Variable	2002	2003	2005	2006
Malbaie				
moyenne (juin à août)	15,5	15,1	16,3	
maximale	21,3	19,1	20,8	
7 °C et plus	? à mi-10	?	d-06 à fin-10	
10 °C et plus	d-06 à fin-09	d-06 à d-10	d-06 à d-10	
15 °C et plus	fin-06 à d-09	fin-06 à fin-08	fin-06 à mi-09	
Port-Daniel				
moyenne (juin à août)	16,4	15,2		
maximale	21,5	19,6		
7 °C et plus	? à fin-10	?		
10 °C et plus	d-06 à d-10	d-06 à ?		
15 °C et plus	fin-06 à d-09	fin-06 à d-09		
H.-Maisons				
moyenne (juin à août)	17,7	17,9	18,2	
maximale	23,8	22,5	22,7	
7 °C et plus	d-05 à mi-10	mi-05 à d-11	mi-05 à d-11	
10 °C et plus	fin-05 à mi-10	fin-05 à mi-10	fin-05 à mi-10	
15 °C et plus	mi-06 à fin-09	fin-06 à d-10	mi-06 à fin-09	

[1] = d-xx : début du xx^{e} mois (du 1er au 10^{e} jour)
mi-xx : milieu du xx^{e} mois (du 11^{e} au 20^{e} jour)
fin-xx : fin du xx^{e} mois (du 21^{e} au 31^{e} jour)

Annexe 4. Diamètre moyen (µm) du noyau des ovocytes (± écart-type) de la mye commune (*Mya arenaria*) par stade de maturation des gonades aux différents sites expérimentaux. Comparaison par stade, des lettres identiques identifient des moyennes similaires avec un α de 0,05.

Site	Développement D1		Développement D2		Développement D3		Mature	
Mingan	9,8 ± 2,4	a	19,9 ± 3,6	ab	29,2 ± 3,2	b	36,8 ± 4,7	c
P.-Boisvert	10,6 ± 2,2	b	20,5 ± 2,8	a	25,3 ± 3,6	d	37,2 ± 3,8	c
Mitis	12,9 ± 3,1	c	18,0 ± 2,7	c	23,6 ± 3,6	e	40,9 ± 4,7	b
Malbaie	11,0 ± 2,6	b	19,5 ± 2,2	b	26,2 ± 5,5	cd	41,4 ± 5,7	b
Port-Daniel	12,9 ± 2,6	a	19,4 ± 3,1	b	30,7 ± 5,2	a	37,5 ± 4,8	c
H.-Maisons	9,3 ± 2,0	c	18,2 ± 3,2	c	26,7 ± 4,5	c	47,2 ± 4,4	a